

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 другий (магістерський)

Дослідження методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників
діагностики автомобіля

(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи УПГІТм-22-2

Кушнір Руслан Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 122 Комп'ютерні

науки

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-наукова

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Управління проектами в
галузі інформаційних технологій

(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. каф. ІУС Віталій БРУСЕНЦЕВ

(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри



(підпис)

Костянтин ПЕТРОВ

(власне ім'я, прізвище)

2024 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук

Кафедра Інформаційних управляючих систем


Рівень вищої освіти другий (магістерський)

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

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

Освітня програма Управління проектами в галузі інформаційних технологій
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри 
(підпис)

« 01 » квітня 20 24 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Кушнір Руслан Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля

затверджена наказом університету від 01 квітня 2024 р. № 258СТ

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 11 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи матеріали звіту з передатестаційної практики, науково-технічні публікації та інтернет-джерела з тематики кваліфікаційної роботи

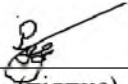
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі Огляд і аналіз структурного стану проблеми з автоматизації задачі. Змістовий опис та аналіз структурних та функціональних особливостей підприємства. Формування вимог до розробки. Опис функціональної задачі. Опис рішень з розробки елементів інформаційного забезпечення. Опис рішень з розробки математичного забезпечення. Опис рішень з розробки програмного забезпечення. Обґрунтування вибору комплексу технічних засобів.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної області	02.04.2024-17.04.2024	Виконано
2	Дослідження технологій предметної області	18.04.2024-30.04.2024	Виконано
3	Постановка задачі дослідження	01.05.2024-06.05.2024	Виконано
4	Теоретичне дослідження обраних технологій	07.05.2024-12.05.2024	Виконано
5	Практичне дослідження обраних технологій	13.05.2024-17.05.2024	Виконано
6	Розробка тестового прототипу	18.05.2024-28.05.2024	Виконано
7	Аналіз недоліків та переваг тестового прототипу	14.05.2024-28.05.2024	Виконано
8	Моделювання висновків за виконаною роботою	29.05.2024-17.05.2024	Виконано
9	Написання пояснювальної записки	01.05.2024-29.05.2024	Виконано
10	Захист кваліфікаційної роботи в екзаменаційній комісії	11.06.2024	Виконано

Дата видачі завдання 01 квітня 2024 р.

Студент _____


(підпис)

Керівник роботи _____


(підпис)

доц. каф. ІУС Віталій БРУСЕНЦЕВ

(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до атестаційної роботи: 71 с., 14 табл., 17 рис., 33 джерел, 1 додаток.

ДІАГНОСТИКА, ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЛОГІЧНА МОДЕЛЬ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ, DFD.

Метою дослідницької роботи є розробка методів та моделей ІТ-проєкту для обробки показників діагностики автомобіля. Методом дослідження виступає системний аналіз із використанням об'єктно-орієнтованого підходу.

В рамках виконання роботи був проведений аналіз предметної області, розглянуті функціональні особливості існуючих рішень та специфіка підприємства, що надає послуги діагностики автомобілів. Проведений аналіз організаційної структури, описані вимоги до системи та сформульована постановка задачі. Також було обране технічне забезпечення для реалізації поставленої задачі.

Сфера застосування дослідження охоплює ремонт автомобільного транспорту та надання послуг, пов'язаних з обробкою показників діагностики автомобілів.

ABSTRACT

Explanatory note before the certification work: 71 pp., 14 tables, 17 figures, 33 sources, 1 annex.

DIAGNOSTICS, INFORMATION SUPPORT, LOGICAL MODEL, SOFTWARE, TECHNICAL SUPPORT, PHYSICAL MODEL, DFD.

The aim of the research work is the development of methods and models for an IT project to process vehicle diagnostics indicators. The research method involves a systems analysis using an object-oriented approach.

As part of the work, an analysis of the subject area was carried out, the functional features of existing solutions were considered, and the specifics of the enterprise providing vehicle diagnostics services were examined. The organizational structure was analyzed, system requirements were described, and the problem statement was formulated. Technical support for the implementation of the task was also selected.

The scope of the study covers the repair of motor vehicles and the provision of services related to the processing of vehicle diagnostics indicators.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	8
ВСТУП.....	9
1 ФОРМУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ЗАДАЧІ.....	11
1.1 Аналіз актуальності задачі.....	11
1.2 Аналіз існуючих рішень обробки показників діагностики автомобіля	12
1.3 Аналіз існуючих методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля.....	14
1.4 Обґрунтування мети створення комбінованого методу та моделі ІТ- проекта для обробки показників діагностики автомобіля	17
1.5 Постановка задачі дослідження моделей і методів ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля.....	19
2 ОПИС ТЕОРЕТИЧНОГО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ	21
2.1 Аналіз сучасних технологій діагностики автомобіля.....	21
2.2 Дослідження новітніх технологій у галузі автомобільної діагностики	23
2.2.1 Огляд інноваційних підходів та технологій.....	23
2.2.2 Детальний аналіз технологічних тенденцій.....	25
2.3 Оцінка інноваційного характеру та потенціалу технологічних рішень у сфері автомобільної діагностики	27
2.4 Вибір оптимальних методів та моделей для подальшого дослідження.....	29
2.4.1 Переваги методу глибокого навчання.....	29
2.4.2 Обґрунтування вибору методу глибокого навчання	30
3 ОПИС ПРАКТИЧНОГО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ.....	32
3.1 Функціональна структура задачі	32
3.2 Вимоги до інформаційного та програмного забезпечення задачі	33

3.3 Вихідна інформація задачі	34
3.4 Вхідна інформація задачі	35
3.5 Розробка бази даних	37
4 ОПИС ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ	46
4.1 Програмна реалізація	46
4.2 Практична реалізація	48
ВИСНОВКИ	56
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	58
ДОДАТОК А Графічний матеріал	61

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БД – база даних

ІС – інформаційна система

ІоТ – Інтернет речей

КТЗ – комплекс технічних засобів

МН – машинне навчання

ПЗ – програмне забезпечення

ПК – персональний комп'ютер

ПО – предметна область

СТО – станція технічного обслуговування

СУБД – системна управління базами даних

ШІ – штучний інтелект

DTC – Diagnostic Trouble Codes – діагностичний код несправності

XML – Extensible Markup Language – розширювана мова розмітки, стандарт побудови мов розмітки ієрархічно структурованих даних для обміну між різними застосунками

ВСТУП

У сучасному світі автомобільний транспорт є невід'ємною частиною життя мільйонів людей, а його безперебійна та безпечна експлуатація має вирішальне значення для суспільства. Автомобільні перевезення забезпечують мобільність населення, доступність товарів та послуг, а також сприяють економічному розвитку. Проте, з огляду на складність сучасних транспортних засобів, їхня надійність і безпека потребують постійного контролю та підтримки на високому рівні.

Одним із ключових аспектів підтримки високої ефективності та надійності автомобільного транспорту є своєчасна та точна діагностика його технічного стану [5]. З розвитком інформаційних технологій та появою нових методів обробки даних відкрилися нові можливості для удосконалення процесів діагностики автомобілів. Сучасні технології дозволяють виявляти та прогнозувати потенційні несправності ще до їх виникнення, тим самим запобігаючи аваріям і знижуючи витрати на ремонт.

Ця дипломна робота присвячена дослідженню методів та моделей, що застосовуються в ІТ-проектах для обробки показників діагностики автомобілів [3]. Метою роботи є аналіз сучасних технологій обробки даних та машинного навчання, а також їх застосування для підвищення ефективності діагностичних процесів. У ході дослідження були розглянуті різноманітні підходи до збору, обробки та аналізу діагностичних даних, зокрема, використання сенсорів Інтернету речей для моніторингу технічного стану автомобіля в режимі реального часу.

Сучасні автомобілі оснащені численними сенсорами та електронними системами, що забезпечують можливість постійного моніторингу їх технічного стану. Дані, зібрані з цих сенсорів, можуть використовуватися для діагностики, прогнозування несправностей та прийняття рішень щодо обслуговування. Особлива увага у роботі приділяється методам машинного

навчання, які дозволяють аналізувати великі обсяги даних, знаходити приховані закономірності та робити прогнози щодо стану автомобіля [4].

Використання методів машинного навчання відкриває нові можливості для поліпшення точності діагностики, зменшення часу на виявлення несправностей та підвищення загальної надійності транспортних засобів. Наприклад, алгоритми класифікації та регресії можуть допомогти в ідентифікації та оцінці ступеня зношення компонентів, а методи кластеризації можуть виявити аномальні поведінкові патерни, які свідчать про можливі проблеми.

У результаті проведеного дослідження були розроблені та протестовані моделі, що демонструють високу ефективність і точність у процесі діагностики автомобілів [5]. Ці моделі використовували різноманітні підходи, включаючи нейронні мережі, методи підтримки векторів та інші алгоритми машинного навчання. В ході експериментів було виявлено, що застосування таких моделей дозволяє значно покращити процес діагностики порівняно з традиційними методами.

Отримані результати можуть бути використані як основа для створення сучасних систем діагностики, які сприятимуть підвищенню безпеки дорожнього руху та економічній ефективності експлуатації автомобільного транспорту. Такі системи можуть бути інтегровані в автомобільні платформи, надаючи водіям та технічному персоналу інструменти для своєчасного виявлення та усунення несправностей.

Таким чином, ця дипломна робота є внеском у розвиток технологій діагностики автомобілів, демонструючи потенціал використання сучасних методів обробки даних та машинного навчання для підвищення надійності та безпеки автомобільного транспорту.

1 ФОРМУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ЗАДАЧІ

1.1 Аналіз актуальності задачі

Актуальність дослідження методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля визначається кількома ключовими факторами.

Розвиток автомобільної промисловості: З кожним роком автомобільна технологія стає все складнішою, включаючи більше електроніки, сенсорів та систем діагностики. Це створює потребу в ефективних методах обробки великих обсягів даних, які забезпечать швидку та точну діагностику автомобілів.

Підвищення вимог до безпеки та надійності: Стандарти безпеки та надійності автомобілів постійно зростають. Це означає, що важливість ефективної системи діагностики для виявлення потенційних проблем та вчасного їх усунення також зростає.

Збільшення складності систем: Сучасні автомобілі мають все більше електроніки та комп'ютерів, які керують різними системами, від двигуна до системи управління водінням. Це створює потребу в удосконаленні методів аналізу та обробки даних для ефективної діагностики.

Підвищення вимог до швидкості та точності: Власники автомобілів очікують, що діагностика їхніх транспортних засобів буде проводитися швидко та з високою точністю [4]. Це ставить перед розробниками вимогу розробити ефективні алгоритми та моделі для обробки даних діагностики.

Тенденція до цифровізації: У світі, де цифрові технології стають все більш поширеними, автомобільна індустрія не є винятком. Інтеграція ІТ-рішень у сучасні автомобілі робить актуальним дослідження та розвиток нових методів та моделей для ефективної обробки даних діагностики [5].

Важливість аналізу методів і моделей ІТ-проектів для обробки діагностичних показників автомобіля полягає в різних важливих факторах.

По-перше, з безперервним розвитком автомобільної промисловості транспортні засоби включають більш передові технології, включаючи електроніку, датчики та діагностичні системи. Цей ландшафт, що розвивається, вимагає ефективних методів обробки даних для забезпечення швидкої та точної діагностики автомобіля. Крім того, підвищення стандартів безпеки та надійності транспортних засобів підкреслює потребу в ефективних діагностичних системах для швидкого виявлення та вирішення потенційних проблем.

Крім того, зростаюча складність сучасних автомобільних систем, які значною мірою залежать від електроніки та механізмів, керованих комп'ютером, підкреслює важливість вдосконалення методів аналізу та обробки даних для точної діагностики. Крім того, зростаючі очікування автовласників щодо швидкої та точної діагностики транспортних засобів спонукають розробників створювати надійні алгоритми та моделі для ефективної обробки діагностичних даних. Постійна тенденція цифровізації в різних галузях промисловості, включаючи автомобільний сектор, ще більше підкреслює актуальність дослідження та впровадження нових методів і моделей для ефективної обробки діагностичної інформації.

Підсумовуючи, враховуючи складну природу сучасних автомобільних систем, підвищення стандартів безпеки та надійності та поширену тенденцію цифровізації, заглиблення у вивчення методів і моделей ІТ-проектів для обробки діагностичних індикаторів автомобіля є обов'язковим і залишається актуальним завданням в галузі автомобільної техніки.

1.2 Аналіз існуючих рішень обробки показників діагностики автомобіля

Зважаючи на різноманітність існуючих рішень для обробки показників діагностики автомобіля, можна розглянути їх за такими критеріями:

– деякі системи використовують більш розгорнуті алгоритми та сенсори, що дозволяє їм виявляти навіть найменші аномалії у роботі автомобіля;

– інші системи можуть фокусуватися на загальних показниках індикаторів автомобіля, що робить їх менш чутливими до деяких видів проблем;

– інтерфейс користувача може бути більш інтуїтивно зрозумілим у деяких систем, з простими та зрозумілими інструкціями;

– інші системи можуть мати складніші інтерфейси або потребувати певного рівня технічних знань для користування ними;

– вартість впровадження та підтримки різних систем може суттєво відрізнятись. деякі рішення можуть бути дорожчими через високу вартість обладнання та програмного забезпечення;

– інші можуть пропонувати більш доступні рішення, особливо для менших компаній чи індивідуальних користувачів;

– деякі системи можуть бути легше масштабовані для використання в великих автомобільних флотах, забезпечуючи широкий охоплення та управління;

– інші рішення можуть бути придатними для використання в окремих автомобілях чи невеликих флотах;

– деякі системи можуть бути легше інтегровані з іншими програмами або системами моніторингу автомобілів;

– інші можуть мати обмежені можливості щодо інтеграції, що може ускладнити їх використання в комплексі з іншими інструментами.

Оцінка цих критеріїв дозволить вибрати найбільш підходяще рішення для конкретних потреб та умов експлуатації.

Зважаючи на різноманітність існуючих рішень для обробки показників діагностики автомобіля, можна виділити деякі загальні недоліки.

Деякі системи можуть бути обмежені у своїй функціональності, не надаючи повного спектру можливостей для виявлення різних типів проблем або аналізу показників автомобіля.

Певні системи можуть бути менш точними у виявленні аномалій або несправностей в роботі автомобіля, що може призвести до неповного або неточного аналізу стану автомобіля.

Окремі рішення можуть мати складний або неінтуїтивний інтерфейс користувача, що ускладнює їх використання навіть для досвідчених користувачів.

Системи можуть бути дорогими у впровадженні та підтримці, особливо для невеликих підприємств або індивідуальних користувачів. А також системи можуть потребувати постійного оновлення програмного забезпечення або обладнання, що може становити додаткові витрати та зусилля [6].

Окремі рішення можуть мати обмежені можливості щодо інтеграції з іншими програмами або системами моніторингу автомобілів, що ускладнює їх використання в комплексі з іншими інструментами.

Деякі системи можуть бути менш піддаються масштабуванню для використання в великих автомобільних флотах або в умовах збільшення обсягу обробки даних.

1.3 Аналіз існуючих методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля

Аналіз існуючих рішень методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля включає дослідження різних підходів та технологій, які використовуються для збору, обробки та аналізу даних з автомобілів з метою виявлення потенційних проблем [5]. Ось деякі з них:

Діагностичні сканери та прилади підключаються до діагностичного порту автомобіля і зчитують дані з різних систем, таких як двигун, трансмісія, гальма тощо. Вони можуть надавати інформацію про помилки DTC, датчики, стан системи тощо.

Системи збору та передачі даних, телематичні системи можуть відстежувати різні параметри автомобіля у реальному часі та передавати їх на сервер для аналізу. Це може включати дані про швидкість, пройдений шлях, витрату палива, температуру двигуна тощо.

Системи збору даних від сенсорів, деякі автомобілі оснащені різними сенсорами, які вимірюють різні параметри, такі як тиск у шинах, рівень палива, температура тощо. Ці дані можуть бути зібрані та використані для виявлення аномалій.

Штучний інтелект та машинне навчання, ШІ та МН використовуються для аналізу великих обсягів даних з автомобілів з метою виявлення відмінностей, аномалій та прогнозування можливих поломок. Ці технології можуть навчитися розпізнавати типові проблеми та реагувати на них.

Системи дистанційної діагностики, деякі виробники автомобілів використовують системи, які дозволяють здійснювати дистанційну діагностику автомобіля через інтернет. Це дозволяє фахівцям визначати проблеми та надавати рекомендації щодо їх усунення без потреби приїзду автомобіля в сервіс.

Системи моніторингу стану автомобіля постійно відстежують різні параметри автомобіля та виявляють будь-які аномалії чи неполадки у реальному часі, що дозволяє оперативно реагувати на них.

Аналіз існуючих рішень відображає різноманітність підходів та технологій, які використовуються для діагностики автомобілів, а також показує напрямки подальшого розвитку в цій галузі, зокрема застосування штучного інтелекту та машинного навчання для покращення ефективності та точності діагностики.

Результати порівняння рішень наведено у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння існуючих рішень підвищення гнучкості розкладу проекту дистанційного навчання

Підхід / Технологія	Опис	Переваги	Недоліки
Діагностичні сканери та прилади	Пристрої, які зчитують дані з діагностичного порту автомобіля та надають інформацію про стан різних систем.	- Широкий спектр показників. - Можливість виявлення конкретних проблем.	- Обмежені можливості для аналізу великих обсягів даних. - Залежність від обладнання.
Системи збору та передачі даних	Телематичні системи, які збирають та передають дані про стан автомобіля на сервер для подальшого аналізу.	- Реальний час збору даних. - Віддалений доступ до інформації.	- Вимагає підтримки мережі зв'язку. - Потребує інтеграції з іншими системами.
Штучний інтелект та машинне навчання	Використання алгоритмів та моделей для аналізу великих обсягів даних та виявлення аномалій та прогнозування проблем.	- Здатність виявляти складні залежності в даних. - Можливість прогнозувати проблеми.	- Потребує значних обсягів даних для навчання моделей. - Складність впровадження.
Системи дистанційної діагностики	Системи, які дозволяють здійснювати діагностику автомобіля через Інтернет та надавати рекомендації щодо усунення проблем.	- Віддалений доступ до діагностичних послуг. - Ефективне усунення проблем за допомогою віддалених рекомендацій.	- Залежність від якості та доступності Інтернет-з'єднання. - Потребує спеціалізованого обладнання.
Системи моніторингу стану автомобіля	Системи, які постійно відстежують стан автомобіля та виявляють аномалії у реальному часі.	- Надійний моніторинг стану автомобіля. - Оперативне виявлення проблем.	- Потребує постійного стеження та обробки даних. - Вимагає спеціалізованого обладнання.

Виходячи з цієї таблиці можна проаналізувати існуючі рішення підвищення гнучкості розкладу проекту дистанційного навчання.

1.4 Обґрунтування мети створення комбінованого методу та моделі ІТ-проєкта для обробки показників діагностики автомобіля

Створення комбінованого методу та моделі ІТ-проєкта для обробки показників діагностики автомобіля є необхідним для досягнення кількох ключових цілей:

- метою є створення методу, який забезпечить більш точне та надійне виявлення проблем та несправностей у роботі автомобіля. комбінування різних підходів і моделей може допомогти підвищити ефективність діагностики;
- розробка комбінованого методу спростить процес діагностики, що дозволить зменшити час, необхідний для виявлення та усунення проблем;
- швидка та точна діагностика автомобіля дозволить забезпечити оперативне обслуговування та вчасне усунення проблем, що сприятиме підвищенню задоволеності клієнтів та зменшенню часу простою автомобіля;
- комбінований метод повинен бути гнучким та адаптивним до різних типів автомобілів, їхніх моделей та марок, а також до різних умов експлуатації;
- метод та модель повинні бути побудовані з урахуванням можливості майбутніх розширень та модернізацій для врахування нових технологій та вимог ринку;
- розробка комбінованого методу та моделі повинна бути ефективною з точки зору витрат, щоб забезпечити доступність та прийнятність для користувачів;
- впровадження вдосконаленого методу діагностики сприятиме підвищенню конкурентоспроможності автомобільної компанії на ринку, позитивно вплине на її репутацію та сприяє залученню нових клієнтів.

Крім того, створення комбінованого методу та моделі ІТ-проєкта для обробки показників діагностики автомобіля має на меті вирішити деякі

системні проблеми, що існують у сучасних системах діагностики. Ось кілька додаткових аргументів, що обґрунтовують необхідність цього проекту:

- комбінація різних методів діагностики дозволяє отримати більш точні та надійні результати. при використанні лише одного методу існує ризик пропуску деяких проблем або неправильного розпізнавання дефектів;

- інтеграція різних методів у єдину систему дозволяє здійснювати діагностику швидше та ефективніше. замість використання кількох різних програм або пристроїв для кожного аспекту діагностики, комбінований підхід дозволяє проводити всі необхідні процедури в рамках одного інтегрованого середовища;

- різні методи діагностики можуть бути ефективними для різних типів автомобілів та їх компонентів. створення комбінованого методу дозволить стандартизувати процес діагностики та зробити його універсальним для різних автомобільних виробників та моделей;

- комбінований метод може бути легко адаптований до змін у технічних характеристиках автомобілів та їх діагностичних потребах. це дозволить системі залишатися актуальною та ефективною протягом тривалого часу та в умовах швидкого розвитку автомобільної технології;

- комбінований метод дозволяє використовувати різні джерела інформації та методи аналізу, що знижує ризик помилок та покращує надійність діагностики. при наявності декількох незалежних джерел інформації можна зменшити ймовірність отримання неточного або неповного результату.

Отже, створення комбінованого методу та моделі ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля вирішує широкий спектр проблем, пов'язаних з процесом діагностики, і сприяє поліпшенню якості та ефективності цього процесу [4].

Хоча комбінований метод та модель ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля мають численні переваги, вони також мають деякі недоліки.

Одним з основних недоліків є складність інтеграції різних методів та моделей. Побудова єдиного інтегрованого середовища, яке може об'єднати різні технології та інструменти, може бути складною та вимагати значних зусиль та витрат.

Розробка та впровадження комбінованого методу та моделі ІТ-проєкта може бути дорогим процесом. Це включає в себе витрати на дослідження, розробку програмного забезпечення, інтеграцію систем, навчання персоналу та підтримку системи.

Введення більш складних систем та процесів може призвести до підвищення складності управління та підтримки. Це може вимагати додаткового навчання персоналу та збільшити ризик помилок у керуванні системою.

Використання різних методів та моделей може призвести до неоднорідності результатів діагностики. Різні підходи можуть використовувати різні алгоритми або стандарти, що може призвести до варіацій у результаті діагностики.

Комбінований метод та модель ІТ-проєкта вимагають постійної підтримки та оновлення, оскільки технології та вимоги користувачів постійно змінюються. Це може вимагати додаткових витрат та зусиль з боку розробників та операторів системи.

Отже, враховуючи ці недоліки, необхідно уважно зважити на переваги та недоліки при прийнятті рішення щодо створення комбінованого методу та моделі ІТ-проєкта для обробки показників діагностики автомобіля.

1.5 Постановка задачі дослідження моделей і методів ІТ-проєкта для обробки показників діагностики автомобіля

Постановка задачі дослідження моделей і методів ІТ-проєкта для обробки показників діагностики автомобіля передбачає наступні аспекти:

– огляд і аналіз існуючих моделей та методів перш за все потрібно провести огляд і аналіз існуючих рішень у сфері обробки показників діагностики автомобіля. Це включає в себе дослідження методів, що застосовуються в автомобільній промисловості, та моделей ІТ-проектів, що застосовуються в сфері обробки даних та аналізу;

– встановлення конкретних вимог та цілей дослідження. Це може включати в себе потребу у вдосконаленні точності діагностики автомобіля, зменшенні часу обробки даних, підвищенні надійності та ефективності процесу діагностики;

– порівняти різні моделі та методи обробки показників діагностики автомобіля з точки зору їхньої ефективності, точності, швидкодії, складності впровадження та інших параметрів;

– на основі результатів аналізу розробити комбінований метод та модель ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля. Це може включати в себе інтеграцію найбільш ефективних та оптимальних аспектів різних існуючих рішень;

– провести валідацію та тестування розробленого комбінованого методу та моделі ІТ-проекта. Це допоможе перевірити його ефективність та придатність для практичного застосування в сфері діагностики автомобіля;

– провести аналіз отриманих результатів та сформулювати висновки щодо ефективності та перспективності використання розробленого комбінованого методу та моделі ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля.

2 ОПИС ТЕОРЕТИЧНОГО ВИРШЕННЯ ЗАДАЧІ

2.1 Аналіз сучасних технологій діагностики автомобіля

Переглянемо сучасні методи та технології діагностики автомобіля, включаючи механічну, електронну та програмно-апаратну діагностику [3].

Механічна діагностика передбачає використання механічних інструментів та технік для оцінки стану різних частин автомобіля. Вона може включати візуальний огляд, вимірювання, перевірку на пружність, звукові та вібраційні тести.

Таблиця 2.1 – Механічна діагностика

Метод	Опис	Приклади інструментів
Візуальний огляд	Огляд деталей на наявність пошкоджень чи зносу	Ліхтарики, дзеркала
Вимірювання	Вимірювання фізичних параметрів	Мікрометри, штангенциркулі, манометри
Перевірка на пружність	Оцінка стану пружних елементів	Динамометри, пружинні тестери
Звукові тести	Аналіз звуків, що видають компоненти	Стетоскопи, акустичні аналізатори
Вібраційні тести	Вимірювання вібрацій для виявлення дефектів	Віброметри, акселерометри

Електронна діагностика використовує спеціалізовані електронні пристрої для зчитування інформації з електронних систем автомобіля, таких як двигун, трансмісія, гальмівна система. Вона дозволяє отримати детальні дані про стан різних компонентів та систем.

Таблиця 2.2 – Електронна діагностика

Метод	Опис	Приклади інструментів
Зчитування кодів несправностей	Використання OBD-II сканерів для зчитування кодів	OBD-II сканери, ручні та стаціонарні
Аналіз параметрів	Зчитування даних з датчиків для аналізу параметрів	Сканери, мультиметри, осцилографи
Перевірка електронних систем	Тестування електронних компонентів та систем	Сканери для електронних блоків управління
Моніторинг реального часу	Відстеження параметрів під час роботи автомобіля	Системи моніторингу, діагностичні комп'ютери

Програмно-апаратна діагностика використовує спеціалізоване обладнання, яке інтегрується з електронною системою автомобіля для доступу до розширеної інформації та управління різними параметрами [6]. Вона дозволяє автоматизувати процес діагностики та забезпечити швидке та точне виявлення проблем.

Таблиця 2.3 - Програмно-апаратна діагностика

Метод	Опис	Приклади інструментів
1	2	3
Інтеграція з електронною системою	Використання спеціального програмного забезпечення	Діагностичні комп'ютери, спеціальні адаптери
Автоматизація діагностики	Використання автоматизованих тестів	Системи самодіагностики, діагностичні платформи
Управління параметрами	Регулювання та налаштування параметрів систем	Діагностичні інтерфейси, програмні комплекси
Аналіз даних	Обробка та аналіз даних для виявлення несправностей	Програмні пакети для аналізу даних, хмарні системи

Після огляду всіх методів ми можемо порівняти кожен метод та побачити їх переваги та недоліки в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Порівняльна таблиця методів діагностики

Тип діагностики	Опис	Переваги	Недоліки
1	2	3	4
Механічна діагностика	Використання механічних інструментів та технік	Простота використання, низька вартість	Обмежена точність, потребує фізичного доступу до компонентів

Кінець таблиці 2.4

1	2	3	4
Електронна діагностика	Використання електронних пристроїв для зчитування даних	Висока точність, швидке виявлення проблем	Потребує спеціалізованого обладнання та знань
Програмно-апаратна діагностика	Інтеграція обладнання з електронною системою автомобіля	Автоматизація, розширені можливості аналізу	Висока вартість, складність налаштування та обслуговування

Таким чином, сучасні технології діагностики автомобіля включають різноманітні методи та підходи, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Механічна діагностика забезпечує базовий рівень аналізу, тоді як електронна та програмно-апаратна діагностика дозволяють отримати детальні дані та автоматизувати процеси, що сприяє підвищенню точності та ефективності діагностики.

2.2 Дослідження новітніх технологій у галузі автомобільної діагностики

2.2.1 Огляд інноваційних підходів та технологій

Огляд інноваційних підходів та технологій у сфері автомобільної діагностики передбачає докладне дослідження актуальних методів та технологій, які використовуються в сучасних системах діагностики автомобіля. Це включає в себе аналіз сучасних методів діагностики, вивчення основних пристроїв та обладнання, а також програмного забезпечення для діагностики автомобілів [3].

Сучасні методи діагностики автомобілів включають як фізичні, так і програмні засоби. Фізична діагностика охоплює вимірювання різних параметрів двигуна, таких як тиск масла, компресія в циліндрах та

температура охолоджуючої рідини. Також проводиться перевірка електричних систем, що включає вимірювання напруги та струму в акумуляторі, стан генератора та справність електропроводки. Визначення параметрів палива, таких як тиск та якість палива, також є важливим аспектом діагностики. Для діагностики механічних частин та вузлів використовуються вібраційні та акустичні аналізатори.

Програмні та апаратні засоби, що використовуються для діагностики, включають сканери діагностики OBD-II (On-Board Diagnostics II), які забезпечують доступ до даних з електронних систем автомобіля, та діагностичні пристрої, такі як мультиметри, осцилографи і манометри. Інтелектуальні системи діагностики, що використовують штучний інтелект та машинне навчання, дозволяють прогнозувати можливі несправності та запобігати їм.

Основними компонентами діагностичних систем є сканери діагностики, прилади для вимірювання параметрів автомобіля та електронні модулі. Сканери діагностики можуть бути як ручними, так і стаціонарними, та дозволяють зчитувати і інтерпретувати коди несправностей, проводити тести компонентів автомобіля. Прилади для вимірювання параметрів включають датчики та модулі, що вимірюють тиск, температуру, швидкість обертання та інші важливі параметри. Електронні модулі, такі як CAN-шини (Controller Area Network), забезпечують зв'язок між різними електронними компонентами автомобіля [5].

Підключення та використання діагностичних пристроїв здійснюється через стандартні роз'єми OBD-II або за допомогою бездротових технологій, таких як Bluetooth та Wi-Fi. Інтеграція діагностичних систем в інфраструктуру Інтернету речей дозволяє віддалено моніторити та діагностувати автомобілі.

Програмне забезпечення для діагностики автомобілів включає системи для зчитування та інтерпретації даних, аналітичні платформи та різноманітні функціональні можливості для виявлення несправностей, аналізу параметрів роботи автомобіля та відображення результатів діагностики. Сучасні

аналітичні платформи використовують алгоритми машинного навчання для аналізу великих обсягів даних та прогнозування несправностей. Відображення результатів діагностики здійснюється через зручні графічні інтерфейси, що дозволяють швидко оцінити стан автомобіля та прийняти необхідні заходи для його обслуговування.

Таким чином, сучасні методи діагностики автомобілів постійно вдосконалюються завдяки новітнім технологічним досягненням та врахуванню вимог ринку. Інтеграція інтелектуальних систем, машинного навчання та Інтернету речей відкриває нові можливості для підвищення точності та ефективності діагностики, що сприяє зниженню витрат на обслуговування та підвищенню безпеки автомобілів.

2.2.2 Детальний аналіз технологічних тенденцій

Детальний аналіз технологічних тенденцій у галузі автомобільної діагностики передбачає вивчення сучасних інновацій та перспективних напрямків розвитку, таких як штучний інтелект (ШІ), машинне навчання (МН), Інтернет речей та інші [6]. Розглянемо детальніше:

Застосування штучного інтелекту(ШІ) в автомобільній діагностиці стає все більш популярним завдяки його здатності аналізувати великі обсяги даних та виявляти складні закономірності. Методи ШІ використовуються для виявлення та аналізу несправностей автомобіля. Вони можуть автоматично ідентифікувати проблеми, які важко виявити за допомогою традиційних методів. Це дозволяє зменшити час на діагностику та підвищити її точність. Системи ШІ здатні прогнозувати потенційні проблеми автомобіля на основі аналізу історичних даних і поточних показників, що дозволяє попередити поломки ще до їхнього виникнення.

Машинне навчання (МН) є однією з ключових технологій, що використовуються для аналізу великих обсягів даних, отриманих під час діагностики автомобіля. Методи МН дозволяють автоматизувати процес виявлення та аналізу несправностей, що значно спрощує та прискорює цей процес. Алгоритми машинного навчання можуть виявляти складні зв'язки між різними параметрами автомобіля та використовувати ці знання для більш точного діагностування проблем. Наприклад, нейронні мережі та інші моделі машинного навчання здатні аналізувати дані в режимі реального часу і надавати рекомендації щодо необхідних ремонтних робіт.

Інтернет речей (IoT) відкриває нові можливості для збору та аналізу даних з автомобілів. Використання датчиків та засобів зв'язку дозволяє здійснювати моніторинг стану автомобіля у реальному часі. Дані з датчиків можуть передаватися на віддалені сервери, де вони аналізуються для виявлення потенційних проблем. Це дозволяє здійснювати проактивне обслуговування автомобіля, що підвищує його безпеку та ефективність експлуатації. Крім того, IoT-технології можуть використовуватися для створення мережі взаємопов'язаних автомобілів, що обмінюються інформацією про свій стан та умови дорожнього руху, що додатково сприяє підвищенню безпеки.

Таким чином, сучасні технологічні тенденції, такі як штучний інтелект, машинне навчання та Інтернет речей, мають значний потенціал для революціонізації процесу діагностики автомобілів. Ці технології дозволяють підвищити точність, швидкість та ефективність діагностики, що сприяє зниженню витрат на обслуговування та підвищенню рівня безпеки автомобілів. Інтеграція цих інновацій у системи діагностики створює нові можливості для автовласників та автосервісів, забезпечуючи надійнішу та швидшу ідентифікацію та усунення несправностей.

2.3 Оцінка інноваційного характеру та потенціалу технологічних рішень у сфері автомобільної діагностики

Оцінка інноваційного характеру та потенціалу технологічних рішень у сфері автомобільної діагностики включає наступні етапи:

Першим етапом є визначення критеріїв оцінки інноваційності. Для оцінки інноваційності технологічних рішень у сфері автомобільної діагностики можуть бути використані такі критерії:

Ефективність: здатність нових технологій до виявлення широкого спектру несправностей та проблем у роботі автомобіля. Це включає в себе покращення точності виявлення як відомих, так і нових типів несправностей.

Точність: відповідність результатів діагностики реальному стану автомобіля без помилок або неточностей. Висока точність діагностичних систем забезпечує надійність результатів та зменшує ймовірність помилкових діагнозів.

Швидкодія: можливість проведення швидкого та ефективного аналізу стану автомобіля без зайвої затримки. Це важливо для зменшення часу простою автомобіля та підвищення продуктивності сервісних центрів.

Наступним етапом являється аналіз потенціалу застосування новітніх технологій такі як підвищення точності та швидкодії.

Новітні технології у сфері автомобільної діагностики мають значний потенціал для покращення якості діагностики [5]. Використання додаткових датчиків дозволяє збирати більше даних про стан автомобіля, що підвищує точність аналізу. Алгоритми машинного навчання здатні обробляти великі обсяги даних та виявляти складні закономірності, що допомагає у точному визначенні несправностей. Автоматизація процесу діагностики за допомогою штучного інтелекту та IoT технологій дозволяє значно прискорити процес та зменшити вплив людського фактору.

Наступним потенціалом являється вплив на покращення обслуговування автомобілів.

Нові технології можуть значно покращити процес обслуговування автомобілів. Завдяки швидкому та точному діагностуванню, час, необхідний для виявлення та усунення несправностей, значно скорочується. Це зменшує час простою автомобілів та підвищує продуктивність сервісних центрів. Крім того, підвищена точність діагностики зменшує ризик повторних поломок, що підвищує задоволеність клієнтів.

Останнім потенціалом застосування є дослідження впливу нових технологій на покращення якості обслуговування

Новітні технології дозволяють вчасно виявляти та усувати несправності, що підвищує надійність та безпеку автомобілів. Інтеграція систем діагностики з Інтернетом речей (IoT) дозволяє здійснювати віддалений моніторинг стану автомобіля у реальному часі, що додатково підвищує ефективність обслуговування. Алгоритми прогнозування на основі машинного навчання дозволяють виявляти потенційні проблеми ще до їх виникнення, що знижує ймовірність серйозних поломок.

Таким чином, оцінка інноваційного характеру та потенціалу технологічних рішень у сфері автомобільної діагностики демонструє значні переваги нових технологій. Вони дозволяють підвищити ефективність, точність та швидкість діагностики, що позитивно впливає на процес обслуговування автомобілів. Інтеграція передових технологій у діагностичні системи відкриває нові можливості для покращення якості обслуговування та підвищення безпеки експлуатації автомобілів.

2.4 Вибір оптимальних методів та моделей для подальшого дослідження

Оберемо метод машинного навчання, а саме метод глибокого навчання на основі нейронних мереж. Метод глибокого навчання є одним із найбільш ефективних інструментів у сучасному машинному навчанні, який використовується для аналізу складних даних та вирішення різноманітних завдань, включаючи класифікацію, прогнозування та впровадження інтелектуальних систем.

2.4.1 Переваги методу глибокого навчання

Першою перевагою являється Автоматичне виявлення складних залежностей. Основна перевага методу глибокого навчання полягає в його здатності автоматично виявляти складні залежності в даних без необхідності ручної інженерії ознак. Це дозволяє скоротити час на підготовку даних та підвищити точність результатів. Глибокі нейронні мережі, такі як багатошарові перцептрони, згорткові нейронні мережі (CNN) та рекурентні нейронні мережі (RNN), можуть навчатися на необроблених даних і самостійно виділяти значущі ознаки [6].

Робота з великими обсягами даних являється наступною перевагою, що передбачає глибоке навчання може ефективно працювати з великими обсягами даних, що є важливою перевагою у сучасному світі великих даних. Мережі з великою кількістю шарів здатні обробляти та аналізувати мільйони записів, що робить цей метод ідеальним для задач, пов'язаних з великими даними.

Розпізнавання візуальних та аудіо патернів такі як глибокі нейронні мережі відмінно підходять для розпізнавання візуальних та аудіо патернів. Наприклад, згорткові нейронні мережі (CNN) є стандартом для задач комп'ютерного зору, таких як класифікація зображень, виявлення об'єктів та сегментація. Рекурентні нейронні мережі (RNN) та їх варіації, такі як LSTM та GRU, використовуються для обробки послідовних даних, таких як аудіо та текст.

2.4.2 Обґрунтування вибору методу глибокого навчання

Метод глибокого навчання був успішно застосований у різних областях, включаючи медицину, фінанси, технічне обслуговування автомобілів та інші. Він показав високу точність та надійність у різних завданнях, що ставить його в центр уваги для подальших досліджень.

У сфері технічного обслуговування автомобілів, глибоке навчання може бути використане для:

Прогнозування несправностей: Моделі глибокого навчання можуть аналізувати дані з датчиків автомобіля та прогнозувати можливі несправності, що дозволяє здійснювати проактивне обслуговування.

Аналіз стану компонентів: Використання CNN для аналізу зображень компонентів автомобіля з метою виявлення ознак зносу або пошкоджень.

Діагностика звуків: RNN та їх варіації можуть бути використані для аналізу звуків, що видає автомобіль, для виявлення аномалій.

Перевагами для подальших досліджень є обрання методу глибокого навчання для подальших досліджень обґрунтовується його успішними застосуваннями та перевагами у різних областях. Висока точність, автоматичне виявлення складних залежностей, ефективна робота з великими обсягами даних та здатність до розпізнавання візуальних та аудіо патернів

роблять його ідеальним вибором для задач діагностики автомобілів. Підтримка вибору методів та моделей аргументами, що ґрунтуються на їхній ефективності, інноваційності та потенціалі застосування

Метод глибокого навчання на основі нейронних мереж є оптимальним вибором для подальших досліджень у сфері автомобільної діагностики [5]. Його здатність до автоматичного виявлення складних залежностей у великих обсягах даних, а також успішні застосування у різних областях, свідчать про великий потенціал цього методу для покращення точності та ефективності діагностики автомобілів.

3 ОПИС ПРАКТИЧНОГО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ

3.1 Функціональна структура задачі

Завдання дослідження методів та моделей ІТ-проєкта для обробки показників діагностики автомобіля включає такі функціональні можливості [4]:

- обробка даних користувача: ця функція включає перевірку інформації, що вводить користувач під час авторизації, а також зберігання нових даних в базі даних, де міститься інформація про логін, пароль та електронну пошту користувача.
- перевірка статусів деталей автомобіля: ця функція виконує перевірку статусу кожного датчика в автомобілі та оновлює статус датчика в базі даних.
- інформаційні потоки для цих функцій представлені на відповідних діаграмах (рисунок 3.1 та 3.2).



Рисунок 3.1 – Контекстна діаграма потоків даних задачі «Дослідження методів та моделей ІТ-проєкта для обробки показників діагностики автомобіля»

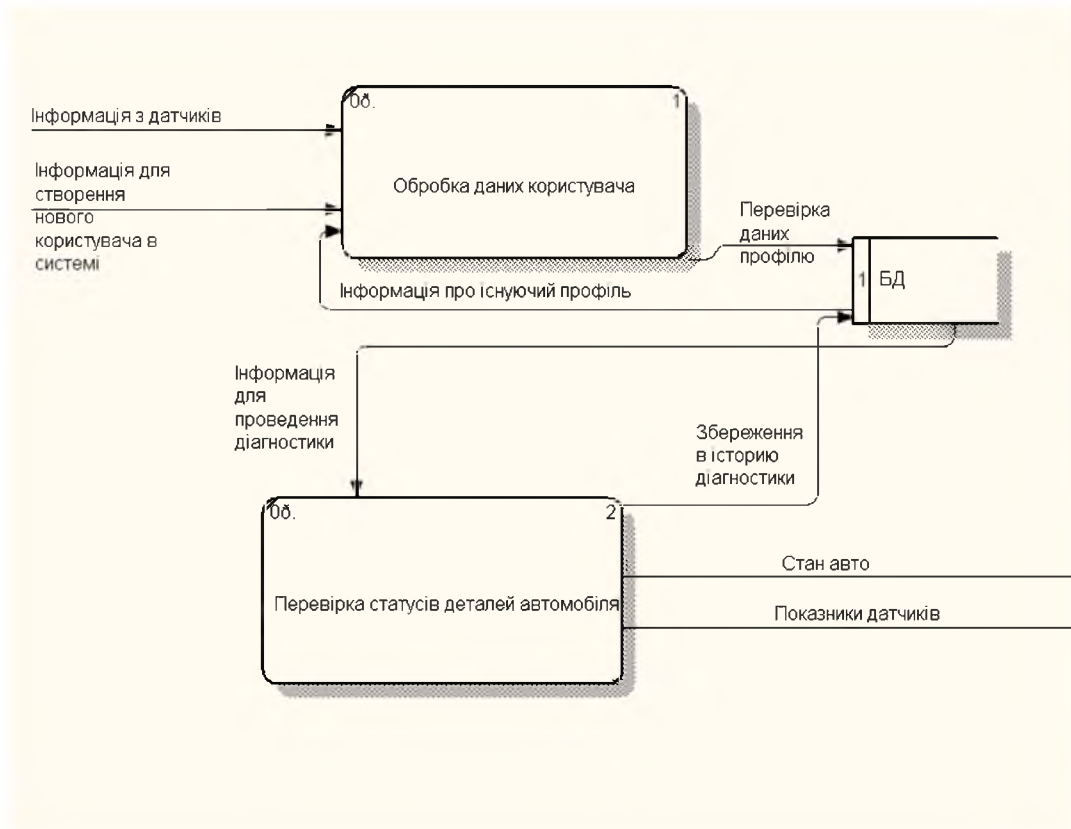


Рисунок 3.2 – Діаграма потоків даних задачі «Дослідження методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля»

3.2 Вимоги до інформаційного та програмного забезпечення задачі

Для обробки показників діагностики автомобіля потрібне відповідне інформаційне забезпечення:

- база даних, що розгортається на сервері баз даних.
- система управління базами даних (СУБД) для виконання операцій над даними та їх зберігання. В даному випадку обрано СУБД MySQL.

Лише механіки та головний директор з технічного обслуговування мають доступ до цієї бази даних. Вона містить інформацію про автомобілі, результати діагностики та історію таких діагностик. Регулярно проводиться резервне копіювання даних БД.

Завдання автоматизації аналізу показників діагностики виконується через веб-додаток "DiagnosticAUTO". Цей додаток дозволяє виконувати діагностику, створювати історії діагностик та підтримує реєстрацію та авторизацію. Користувачами додатку є працівники СТО, зокрема механіки, автослюсарі та головний директор.

Для розробки веб-додатку використано мови програмування Java та JS React, а також мови розмітки HTML/CSS. Додаток підтримує українську, російську та англійську мови інтерфейсу.

Щодо технічних вимог, для оптимальної роботи додатку рекомендується використання комп'ютера або ноутбука з такими характеристиками: процесор Intel Core i5 3.3 ГГц, 4 ядра, ОЗУ 8 ГБ DDR3 1600 МГц, накопичувач об'ємом 250 ГБ SSD. Для сервера баз даних рекомендується процесор 2x Intel Xeon E5–2430L, 16 ГБ оперативної пам'яті DDR3, RAID-контролер HP P420 + FBWC об'ємом 1 ГБ.

3.3 Вихідна інформація задачі

Вихідна інформація задачі «Дослідження методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля» наведена у вигляді таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні повідомлення задачі

Повне іменування	Ідентифікатор	Форма подання	Періодичність і терміни видачі	Отримувач
1	2	3	4	5
Стан авто	Diagnostic	Відеограма	За запитом	Механік, Автослюсар
Показники датчиків	Auto	Відеограма	За запитом	Механік, Автослюсар

Таблиця 3.2 – Перелік і опис структурних одиниць вихідного повідомлення «Стан авто» (Diagnostic)

Повне іменування	Ідентифікатор	Тип інформації	Загальна кількість символів	Форма відображення
1	2	3	4	5
Id діагностики	diagnostic_id	Символьний	30	XXXXуXXXX
Id статусів де зберігаються можливі статуси діагностики	status_id	Символьний	30	XXXXуXXXX
Id авторизована користувача	user_id	Символьний	30	XXXXуXXXX
Id детектора	detector_id	Символьний	30	XXXXуXXXX
Дата	date	Дата	15	dd-mm-yyuu

Таблиця 3.3 – Перелік і опис структурних одиниць вихідного повідомлення «Показники датчиків» (Detector)

Повне іменування	Ідентифікатор	Тип інформації	Загальна кількість символів	Форма відображення
1	2	3	4	5
Id детектора	detector_id	Символьний	30	XXXXуXXXX
Назва датчику	Detector_name	Символьний	30	Текст
Id датчиків	detals_id	Символьний	30	XXXXуXXXX

3.4 Вхідна інформація задачі

Вхідна інформація задачі «Дослідження методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля» наведена у вигляді таблиці (3.1).

Таблиця 3.4 – Вхідні повідомлення задачі

Повне іменування	Ідентифікатор	Форма відображення	Періодичність отримання	Джерело
Інформація для створення нового користувача в системі	User	Електронний документ	За запитом	Користувач
Інформація з датчиків	Auto	Електронний документ	За запитом	Чип автомобіля

Таблиця 3.5 – Опис структурних одиниць вхідного повідомлення «Інформація для створення нового користувача в системі».

Повне іменування	Ідентифікатор	Тип інформації	Кількість символів	Формат відображення	Спосіб введення
1	2	3	4	5	6
Id автомобіля	auto_id	Символьний	30	XXXXуXX XX	Автоматичне Присвоювання
Назва та модель автомобіля	model	Символьний	30	Текст	Автоматичне присвоювання
Id датчики електроніки з їхнім нинішнім статусом	electronic_sensor_id	Символьний	30	XXXXуXX XX	Автоматичне присвоювання
Id датчики трансмісії з їхнім нинішнім статусом	transmission_sensor_id	Символьний	30	XX XXуXXXX	Автоматичне присвоювання
Id датчики двигина з їхнім нинішнім статусом	engine_sensore_id	Символьний	30	XXXXуXX XX	Автоматичне присвоювання

Таблиця 3.6 – Опис структурних одиниць вхідного повідомлення «Інформація з датчиків».

Повне іменування	Ідентифікатор	Тип інформації	Кількість символів	Формат відображення	Спосіб введення
1	2	3	4	5	6
Id користувача	user_id	Символьний	30	Текст	Автоматичне присвоєння
Логін користувача	login	Символьний	30	Текст	Автоматичне присвоєння
Пароль користувача	password	Символьний	30	Текст	Автоматичне присвоєння
Пошта користувача	email	Символьний	30	Текст	Автоматичне присвоєння

3.5 Розробка бази даних

Був розроблений елемент інформаційного забезпечення – реляційна база даних, яка включає 7 сутностей. Кожна сутність пов'язана з іншими за допомогою зв'язків типу один-до-багатьох. Типи зв'язків наведені у таблиці 3.7. Таблиця 3.8 містить опис атрибутів сутностей.

Фізичні та логічні моделі бази даних були створені за допомогою Erwin Data Modeler (рисунки 3.3 та 3.4).

Таблиці 3.7 – Відомості про типи сутностей

Ім'я сутності	Визначення
Status	Інформація про статуси діагностик
Users	Інформація про користувача
Auto	Інформація про автомобіль
Diagnostic	Інформація про діагностику
Owner	Інформація про власника авто
Detals	Інформація про датчики двигуна
Detector	Інформація про датчики трансмісії

Таблиці 3.8 – Відомості про типи зв'язків

Тип сутності	Тип зв'язку	Тип сутності	Кардинальність
1	2	3	4
Status	входить до	Diagnostic	1:M
Users	входить до	Diagnostic	1:M
Auto	входить до	Detals	1:M
Owner	входить до	Auto	1:M
Detals	входить до	Detector	1:M

Таблиця 3.9 – Відомості про атрибути

Тип сутності	Атрибути	Опис	Тип даних, довжина	Обмеження	Допустимість Null
1	2	3	4	5	6
Status	status_id	Унікальний ідентифікатор сутності	INTEGER	PK	Hi
	status_name	Назва статусу	VARCHAR()		Hi
User	user_id	Унікальний ідентифікатор сутності	INTEGER	PK	Hi
	login	Логін користувача	VARCHAR()		Hi
	password	Унікальний пароль користувача	VARCHAR()		Hi
	email	Пошта користувача	VARCHAR()		Hi
Auto	auto_id	Унікальний ідентифікатор сутності	INTEGER	PK	Hi
	model	Модель авто	VARCHAR()		Hi
	auto_name	Марка авто	VARCHAR()		Hi
	owner_id	Ідентифікатор власника авто	INTEGER	FK	Hi
Diagnostic	diagnostic_id	Унікальний ідентифікатор сутності	INTEGER	PK	Hi
	status_id	Ідентифікатор статусу	INTEGER	FK	Hi
	user_id	Ідентифікатор користувача	INTEGER	FK	Hi
	detector_id	Ідентифікатор датчику	INTEGER	FK	Hi
	date	Дата діагностики	DATE		Hi

Кінець таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6
Owner	Owner_id	Унікальний ідентифікатор власника авто	INTEGER	PK	Hi
	Owner_Name	Ім'я власника	VARCHAR()		Hi
	Owner_Sername	Прізвище власника	VARCHAR		Hi
	phone	Телефон власника	VARCHAR		Hi
Details	Detail_id	Унікальний ідентифікатор власника	INTEGER	PK	Hi
	Details_name	Назва запчастини	VARCHAR()		Hi
	Auto_id	Ідентифікатор автівки	INTEGER	FK	Hi
Detector	Detector_id	Унікальний ідентифікатор датчика	INTEGER	PK	Hi
	Detector_name	Назва датчика	VARCHAR()		Hi
	Detail_id	Ідентифікатор деталі	INTEGER	FK	Hi

Було розроблено логічну та фізичну моделі даних задачі наведені на рис. 3.3, 3.4.

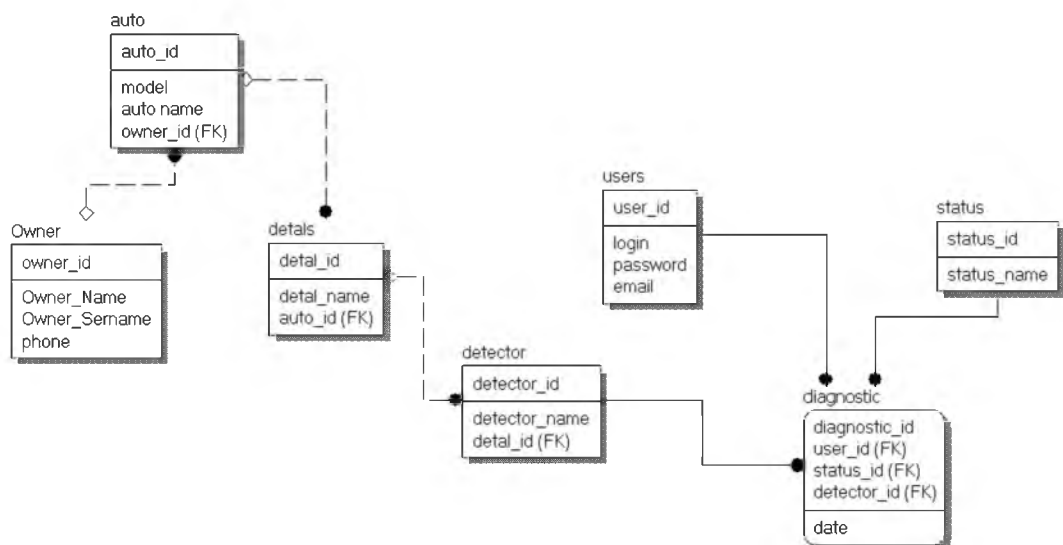


Рисунок 3.3 – Схема логічної моделі даних задачі

Представлена логічна модель бази даних призначена для підтримки процесів обробки показників діагностики автомобілів. Вона включає кілька взаємопов'язаних таблиць, що представляють основні сутності та їх зв'язки.

Модель починається з таблиці власників (Owner), яка містить інформацію про власників автомобілів, включаючи їх ідентифікатори, імена, прізвища та контактні телефони [7]. Ця таблиця є основою для зв'язку власників з їхніми автомобілями.

Таблиця автомобілів (Auto) зберігає дані про кожен автомобіль, включаючи унікальні ідентифікатори, моделі, назви автомобілів та зовнішні ключі, які пов'язують їх з відповідними власниками. Це дозволяє чітко визначити, який автомобіль належить конкретному власнику.

Таблиця деталей (Details) описує різні частини кожного автомобіля. Вона містить ідентифікатори деталей, їх назви та зовнішні ключі, що пов'язують їх з відповідними автомобілями. Таким чином, можна детально відстежувати стан кожної частини автомобіля.

Таблиця детекторів (Detector) зберігає інформацію про діагностичні детектори, що використовуються для перевірки стану деталей автомобілів. Вона містить ідентифікатори детекторів, їх назви та зовнішні ключі, що пов'язують їх з конкретними деталями.

Таблиця користувачів (Users) призначена для управління користувачами, які мають доступ до системи діагностики. Вона включає унікальні ідентифікатори користувачів, логіни, паролі та електронні адреси, що забезпечує безпеку та контроль доступу до системи.

Таблиця статусів (Status) визначає різні статуси, які можуть бути присвоєні результатам діагностики. Вона містить ідентифікатори статусів та їх назви, що дозволяє чітко класифікувати результати перевірок.

Нарешті, таблиця діагностики (Diagnostic) зберігає записи про проведені діагностики, включаючи унікальні ідентифікатори записів, зовнішні ключі до користувачів, що виконували діагностику, статуси діагностики, детектори, що

використовувалися, а також дати проведення діагностики. Це дозволяє відстежувати всю історію перевірок та результати для кожного автомобіля.

Ця модель бази даних забезпечує системний підхід до управління складними даними, що стосуються діагностики автомобілів, та надає надійну основу для розробки ІТ-проекту, спрямованого на обробку показників діагностики.

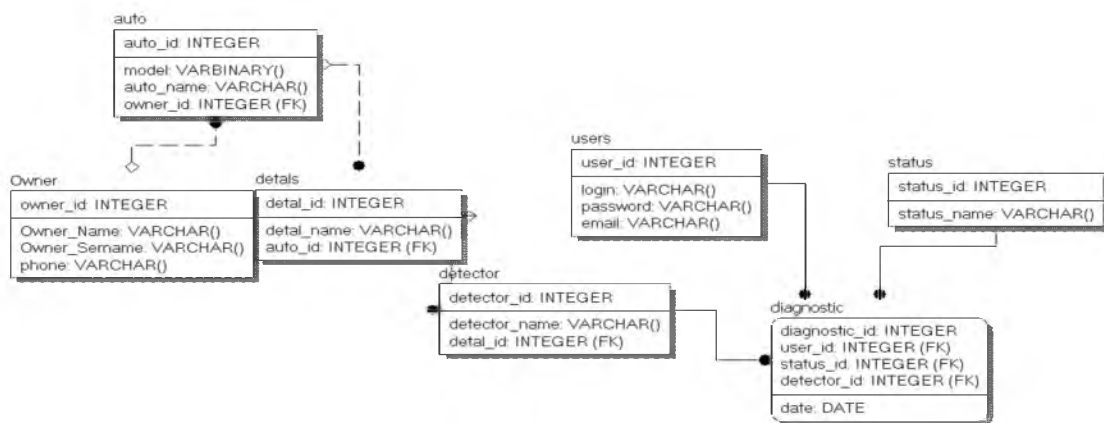


Рисунок 3.4 – Схема фізичної моделі даних задачі

Представлена фізична модель бази даних для ІТ-проекту з обробки показників діагностики автомобілів деталізує, як саме дані будуть зберігатися у фізичних файлах, визначає типи даних, індекси, зв'язки між таблицями та інші технічні аспекти, необхідні для ефективного функціонування системи [7].

Ця фізична модель бази даних забезпечує зберігання даних у структурованому вигляді, з оптимізацією для швидкого доступу та ефективної обробки запитів. Це дозволяє системі швидко та точно обробляти показники діагностики автомобілів, забезпечуючи надійну та продуктивну роботу ІТ-проекту.

Схема роботи для задачі «Дослідження методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля.» наведена на рисунку 3.5.

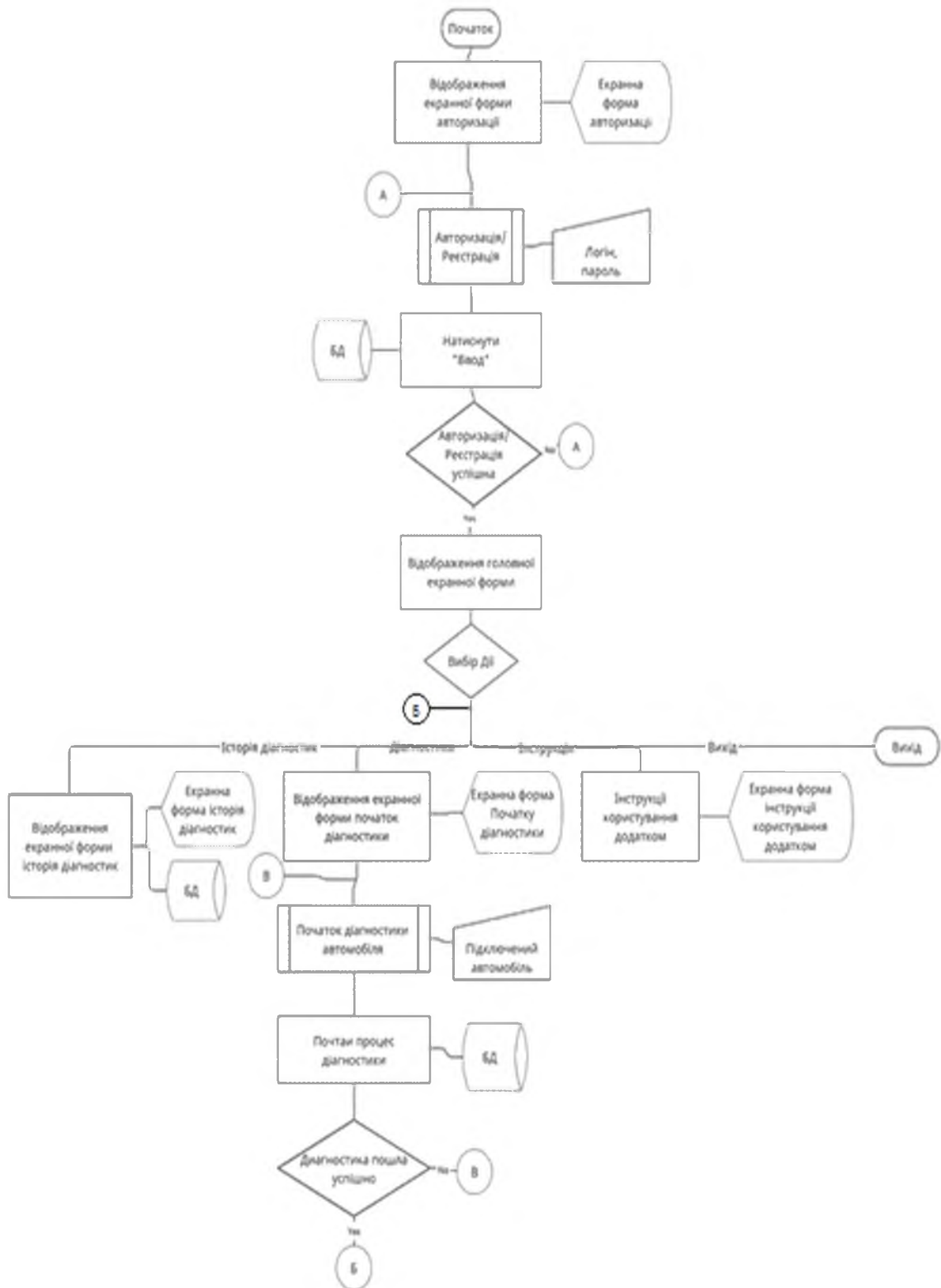


Рисунок 3.5 – Схема роботи задачі «Дослідження методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля»

Ця схема описує послідовність роботи ІТ-проекту, призначеного для обробки показників діагностики автомобіля. Процес починається з відображення

екранної форми авторизації, де користувач вводить свої логін та пароль. Після натискання кнопки "Ввод" відбувається перевірка введених даних на успішність авторизації або реєстрації.

Якщо авторизація або реєстрація проходить успішно, користувач потрапляє на головну екранну форму, де йому пропонується обрати одну з наступних дій: перегляд історії діагностики, проведення діагностики, перегляд інструкцій користування або вихід з програми.

При виборі історії діагностики користувач бачить екранну форму з інформацією про попередні діагностики автомобіля. Якщо обирається дія проведення діагностики, користувач переходить до екранної форми початку діагностики. Після підтвердження початку діагностики відбувається підключення до автомобіля, і розпочинається процес діагностики.

У випадку успішного завершення діагностики користувач знову повертається до головної форми для вибору подальших дій. Якщо діагностика не вдається, користувач також повертається до головної форми для повторної спроби або вибору іншої дії.

Якщо користувач обирає перегляд інструкцій, відображається екранна форма з інструкціями користування додатком. У випадку вибору виходу, користувач завершує роботу з програмою.

Таким чином, ця схема детально показує всі можливі кроки і варіанти дій користувача в рамках роботи ІТ-проєкту для обробки показників діагностики автомобіля, починаючи з авторизації і закінчуючи виконанням діагностики або переглядом інструкцій.

На рис. 3.6 зображено схему підключення комплексу технічних заходів.

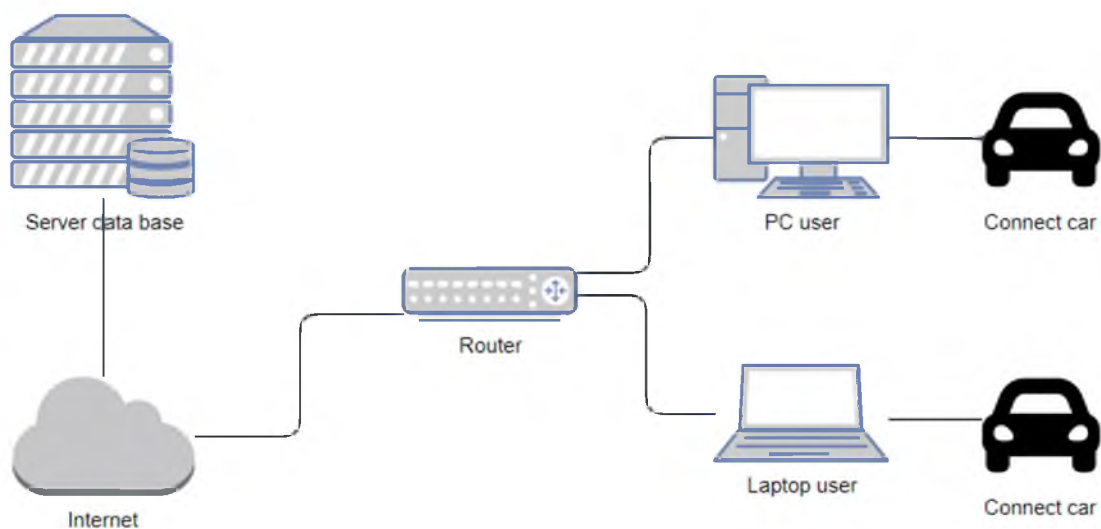


Рисунок 3.6 – Схема підключення КТЗ

Схема підключення комплексу технічних заходів для обробки показників діагностики автомобіля включає декілька основних елементів. Серверна база даних є центральним вузлом, де зберігаються всі дані про діагностику автомобілів. Цей сервер підключений до Інтернету, що забезпечує можливість віддаленого доступу до інформації.

Інтернет-з'єднання проходить через маршрутизатор, який розподіляє трафік між різними пристроями користувачів, такими як настільні комп'ютери та ноутбуки. Настільні комп'ютери підключені до маршрутизатора і використовуються користувачами для доступу до серверу, де вони можуть отримувати і обробляти дані діагностики автомобілів. Аналогічно, ноутбуки також підключені до маршрутизатора і використовуються для тих же цілей.

Обидва типи пристроїв (настільні комп'ютери і ноутбуки) підключаються безпосередньо до автомобілів для зчитування діагностичної інформації. Зібрані дані передаються через Інтернет на сервер, де вони зберігаються і аналізуються.

Таким чином, ця система забезпечує ефективний процес зчитування, передачі та обробки діагностичних показників автомобілів, дозволяючи користувачам на різних пристроях мати віддалений доступ до необхідної інформації.

4 ОПИС ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

4.1 Програмна реалізація

Для створення програмного забезпечення було використано ряд мов програмування, сервісів і середовищ розробки.

Програмне забезпечення для діагностики автомобілів було розроблено для роботи на операційній системі Windows, яка є однією з найпоширеніших у світі [6].

MySQL є реляційною системою управління базами даних з відкритим кодом. Вона залишається однією з найпопулярніших баз даних у веб-додатках: більшість CMS використовують саме MySQL, і майже всі веб-фреймворки підтримують її на рівні базової конфігурації. Основні переваги MySQL включають простоту використання, гнучкість, низьку вартість володіння (у порівнянні з платними СУБД), масштабованість і високу продуктивність.

Java – це об'єктно-орієнтована мова програмування, розроблена компанією Sun Microsystems у 1995 році як основний компонент платформи Java. Spring Framework забезпечує комплексну модель для розробки та налаштування сучасних бізнес-додатків на Java. Основні можливості Spring включають:

- ін'єкцію залежностей;
- аспектно-орієнтоване програмування, включаючи декларативне управління транзакціями;
- розробку веб-додатків Spring MVC та RESTful веб-сервісів;
- підтримку JDBC, JPA, JMS.

HTML (HyperText Markup Language) – це стандартна мова розмітки документів у Всесвітній павутині. Більшість веб-сторінок створюються за допомогою HTML, який інтерпретується браузером та відображається у зрозумілому для користувача вигляді.

CSS (Cascading Style Sheets) – формальна мова для опису зовнішнього вигляду документа, написаного з використанням мови розмітки. CSS використовується переважно для оформлення веб-сторінок, створених за допомогою HTML та XHTML, але також може застосовуватися до XML-документів, таких як SVG або XUL.

IntelliJ IDEA – середовище розробки програмного забезпечення для мов програмування, таких як Java, JavaScript і Python, розроблене компанією JetBrains.

MySQL Workbench – інструмент для візуального проектування баз даних, що об'єднує проектування, моделювання, створення та експлуатацію БД у єдине безшовне середовище для системи баз даних MySQL. MySQL Workbench є наступником DBDesigner 4 від FabForce і пропонується у двох редакціях:

- community Edition – розповсюджується під вільною ліцензією GNU GPL;
- itandard Edition – доступна за щорічною передплатою і включає додатковий функціонал для підвищення продуктивності розробників і адміністраторів БД [7].

React – це бібліотека JavaScript, розроблена Facebook для створення користувацьких інтерфейсів. Вона дозволяє розробникам створювати великі веб-додатки, які можуть змінювати дані без перезавантаження сторінки. Основні можливості React включають:

- компонентний підхід до розробки інтерфейсів;
- віртуальний DOM для підвищення продуктивності;
- односторонній потік даних, що полегшує контроль за змінами у додатку;
- підтримка розширень та інструментів для тестування і відладки.

4.2 Практична реалізація

Web-додаток "Auto-Diagnostic" призначений для проведення діагностики автомобіля через провідне підключення до нього та для зберігання інформації про попередні діагностики (дата діагностики, модель автомобіля, стан двигуна, трансмісії та електроніки). Інтерфейс додатку виконаний українською мовою.

Після запуску додатку користувач бачить головну екранну форму з кнопками "Авторизація/Реєстрація", "Історія діагностик", "Почати діагностику" та "Інструкції користування додатком".

Для відображення головної сторінки додатку було написано код на мові програмування JS/React фрагмент коду відображений на рисунку 4.1.

```
import React from 'react';
import './MainPage.css'; // Підключення CSS для стилізації

function MainPage() {
  return (
    <div className="MainPage">
      <header className="MainPage-header">
        <nav>
          <button className="nav-button">Авторизація/Реєстрація</button>
          <button className="nav-button">Історія діагностик</button>
          <button className="nav-button">Почати діагностику</button>
          <button className="nav-button">Інструкції користування додатком</button>
        </nav>
      </header>
      <main>
        
      </main>
    </div>
  );
}

export default MainPage;
```

Рисунок 4.1 – Код головної сторінки додатку

Результат виконання даного фрагменту коду зображено на рисунку 4.2.

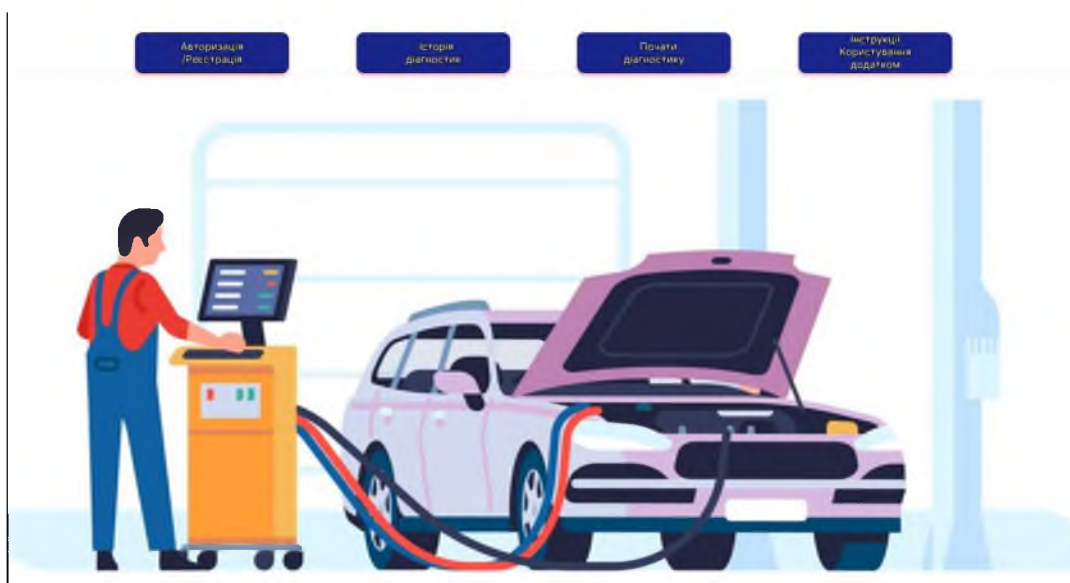


Рисунок 4.2 – Головна екранна форма

У формі «Авторизація/Реєстрація» відображається вікно з полями для входу або створення облікового запису (Рис. 4.3). Поле «Логін» призначене для введення унікального ідентифікатора користувача, поле «Пошта» — для вказання електронної адреси користувача, а поле «Пароль» — для введення унікального ключа доступу до облікового запису.

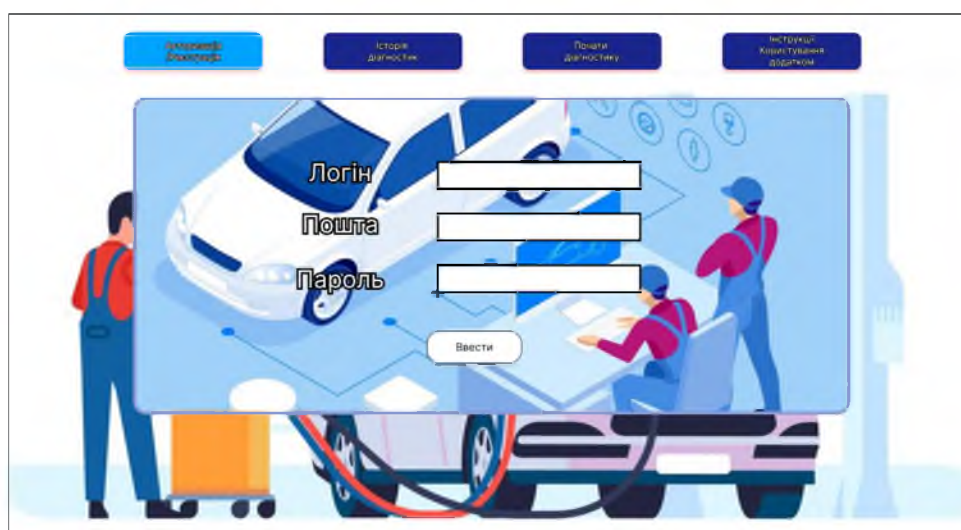
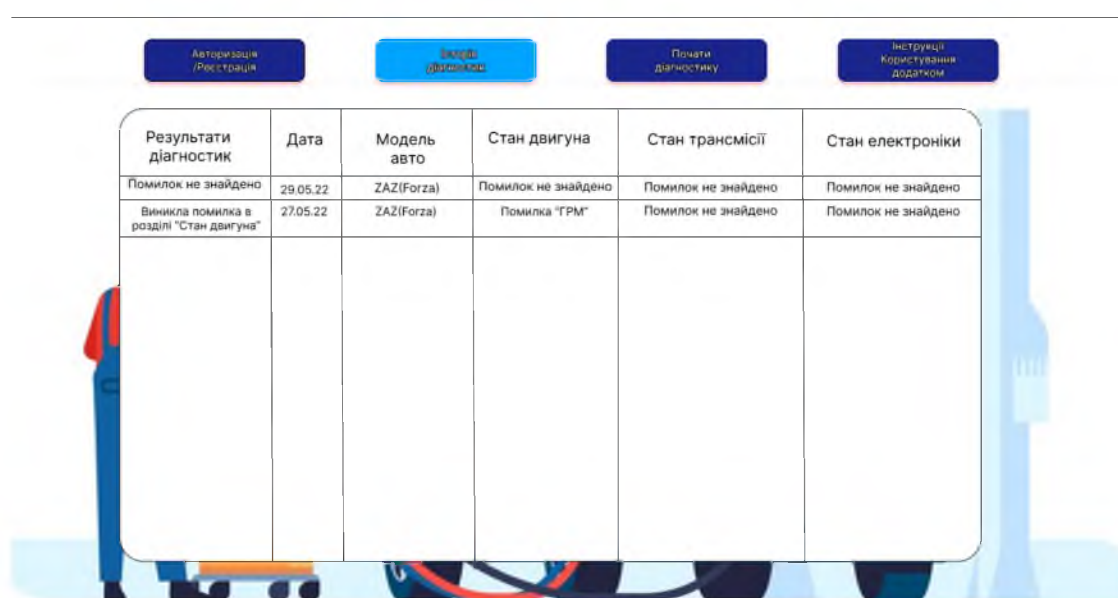


Рисунок 4.3 – Форма авторизації/реєстрації користувача в системі

Екранна форма «Історія діагностик» призначена для відображення історії проведених діагностик (Рис. 4.4) також код сторінки зображено на рисунку (4.5, 4.6). Вона містить такі поля: «Результати діагностик» — загальний стан діагностики, «Дата» — дата проведення діагностики, «Модель авто» — модель автомобіля, що проходила діагностику, «Стан двигуна» — результат діагностики двигуна, «Стан трансмісії» — результат діагностики трансмісії, «Стан електроніки» — результат діагностики електронних систем автомобіля.



Результати діагностик	Дата	Модель авто	Стан двигуна	Стан трансмісії	Стан електроніки
Помилки не знайдено	29.05.22	ZAZ(Forza)	Помилки не знайдено	Помилки не знайдено	Помилки не знайдено
Виникла помилка в розділі "Стан двигуна"	27.05.22	ZAZ(Forza)	Помилка "ГРМ"	Помилки не знайдено	Помилки не знайдено

Рисунок 4.4 – Форма історії діагностик автомобілів авторизованого користувача

```

const HistoryPage = () => {
  const [data, setData] = useState([]);

  useEffect(() => {
    axios.get('/api/diagnostics')
      .then(response => {
        setData(response.data);
      })
      .catch(error => {
        console.error('There was an error fetching the diagnostic data!', error);
      });
  }, []);

  return (
    <div>
      <h2>Історія діагностики</h2>
      <table>
        <thead>
          <tr>
            <th>Результати діагностик</th>
            <th>Дата</th>
            <th>Модель авто</th>
            <th>Стан двигуна</th>
            <th>Стан трансмісії</th>
            <th>Стан електроніки</th>
          </tr>
        </thead>
        <tbody>
          {data.map((item, index) => (
            <tr key={index}>
              <td>{item.result}</td>
            </tr>
          ))}
        </tbody>
      </table>
    </div>
  );
}

```

Рисунок 4.5 – Фрагмент коду історії діагностик

```

@RestController
public class DiagnosticController {

    @Autowired
    private DiagnosticResultRepository diagnosticResultRepository;

    @GetMapping("/api/diagnostics")
    public List<DiagnosticResult> getDiagnostics() {
        return diagnosticResultRepository.findAll();
    }
}

```

Рисунок 4.6 – Фрагмент коду відображення історії діагностики з back End частини

Коли натискається кнопка «Почати діагностику», запускається процес діагностики, що завдяки багатопоточності здійснюється одночасно у трьох блоках: двигуна, трансмісії та електроніки (Рис. 4.7) також код сторінки зображено на рисунку(4.8, 4.9). На екрані відображаються наступні поля: «Дата» — дата проведення діагностики, «Етап діагностики двигуна» — послідовно показує статуси діагностики двигуна, «Етап діагностики трансмісії» — послідовно показує статуси діагностики трансмісії, «Етап діагностики електроніки» — послідовно показує статуси діагностики електроніки, «Модель авто» — відображає модель автомобіля, до якого підключено діагностичний пристрій.

Дата	Етапи діагностики двигуна	Етапи діагностики трансмісії	Етапи діагностики електроніки	Модель авто: Forza(ZAZ)
29.05.22	ГРМ помилки не знайдено	Щелплення помилки не знайдено	Генераторна установка помилки не знайдено	
29.05.22	КШМ помилки не знайдено	Коробка передач помилки не знайдено	Акумуляторна батарея помилки не знайдено	
29.05.22	Циліндро поршневі групи помилки не знайдено	Роздаточна коробка помилки не знайдено	Стартер помилки не знайдено	
29.05.22	Паливні системи помилки не знайдено	Карданна передача помилки не знайдено	Прибори освітлення та сигналізації помилки не знайдено	
29.05.22	Карбюратор помилки не знайдено	Задній міст помилки не знайдено	Прибори контролю помилки не знайдено	
29.05.22	Системи охолодження помилки не знайдено	Передній міст помилки не знайдено	Комунікаційні пристрій та провуда помилки не знайдено	
29.05.22	Системи запалення двигуна			

Рисунок 4.7 – Екранна форма початку діагностики автомобіля

```
const startDiagnostic = () => {
  setIsLoading(true);
  setError(null);

  axios.post('/api/start-diagnostic', {})
    .then(response => {
      setResult(response.data);
    })
    .catch(error => {
      setError('There was an error starting the diagnostic.');
```

```
      console.error(error);
    })
    .finally(() => {
      setIsLoading(false);
    });
};

return (
  <div>
    <h2>Почати діагностику</h2>
    <button onClick={startDiagnostic} disabled={isLoading}>
      {isLoading ? 'Діагностика триває...' : 'Почати діагностику'}
```

Рисунок 4.8 – Фрагмент коду початку діагностики автомобіля

```

@PostMapping("/api/start-diagnostic")
public Map<String, String> startDiagnostic(@RequestBody Map<String, String> request) {
    Map<String, String> response = new HashMap<>();
    response.put("date", "01.06.24");
    response.put("model", "ZAZ(Forza)");

    response.put("engine", checkEngine());
    response.put("transmission", checkTransmission());
    response.put("electronics", checkElectronics());

    response.put("result", response.values().stream().anyMatch(v -> !v.equals("Помилка")));

    return response;
}

```

Рисунок 4.8 – Фрагмент коду, початку діагностики автомобіля з back End частини

```

private static List<String> checkSensors() throws IOException, InterruptedException {
    List<String> errors = new ArrayList<>();

    try {
        EngineRPM engineRPM = new EngineRPM();
        obdService.queueJob(new ObdCommandJob(engineRPM));
        Thread.sleep(1000);
        if (engineRPM.getRPM() < 0) {
            errors.add("Engine RPM: No signal");
        }
    } catch (NoDataException e) {
        errors.add("Engine RPM: No data");
    }

    return errors;
}

private static void closeObdConnection() {
    if (obdService != null) {
        obdService.stopService();
    }
}

```

Рисунок 4.9 – Фрагмент коду, початку діагностики автомобіля з back End частини

На екрані форми «Інструкції користування додатком» відображається короткий опис, який пояснює, як користуватись додатком (Рис 4.10)



Рисунок 4.10 – Екранна форма інструкції користуванням додатку

Так як автотранспорт в наші дні є досить популярним, не дивлячись на це, з автівкою можуть виникнути непередбачувані помилки чи поломки. Задля того щоб було простіше виявити, що за помилка чи поломка виникла, було розроблене дане рішення.

Дану розробку можна використовувати в станціях технічного огляду (СТО). Особливістю даного рішення є простота використання, достатньо лише підключити ноутбук чи ПК до автомобіля, спеціальним проводом і почати діагностику, так як це лише перша, версія, можливо деякі результати діагностики можуть бути не коректні. В наступних версіях передбачається, зробити результати діагностики більш точними, додати можливість регулювати роботу двигуна, завдяки графікам діагностики, за якими можна буде зрозуміти, правильно працює двигун чи ні.

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проекту на тему "Дослідження методів та моделей ІТ-проекта для обробки показників діагностики автомобіля" було проведено всебічне дослідження, яке включало аналіз, розробку та тестування методів і моделей, спрямованих на підвищення ефективності діагностичних процесів автомобільної галузі.

В рамках проекту було вивчено сучасні підходи та технології, що використовуються для діагностики автомобілів, зокрема методи машинного навчання, обробки великих даних та інтернету речей (IoT) [5]. Проведений аналіз показав, що використання цих технологій дозволяє значно підвищити точність та швидкість діагностики, зменшити кількість помилок та забезпечити прогнозування потенційних несправностей.

Розроблені моделі обробки даних використовують алгоритми машинного навчання для аналізу великих обсягів даних. Було розглянуто декілька методів, таких як регресія, класифікація та кластеризація, та обрано найбільш ефективні для різних типів діагностичних задач. Також реалізовано прототип системи, що використовує IoT сенсори для збору даних з різних частин автомобіля у режимі реального часу. Це дозволило підвищити точність зібраних даних та забезпечити їх своєчасну обробку.

Тестування розроблених моделей на реальних даних, зібраних з автомобілів, показало високу точність та надійність запропонованих рішень. Впровадження цих методів та моделей у реальні умови експлуатації автомобілів дозволить зменшити витрати на обслуговування, підвищити безпеку дорожнього руху та збільшити строк служби автомобілів.

Перспективним напрямом подальшого дослідження є розширення функціоналу системи та інтеграція з іншими інформаційними системами для комплексного моніторингу стану автомобіля. Таким чином, проведене дослідження підтвердило ефективність використання сучасних ІТ-технологій

для обробки показників діагностики автомобіля, а також визначило основні напрямки подальшого розвитку в даній області. Результати роботи можуть бути використані для покращення існуючих та розробки нових систем діагностики автомобілів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки до організації виконання та захисту кваліфікаційної роботи ОКР «бакалавр» за напрямом 6.050101 – «Комп’ютерні науки» для студентів усіх форм навчання [Текст] / Упоряд.: М.В. Євланов, В.Г. Іванов, Л.М. Ребезюк, Н.В. Рябова. – Харків: ХНУРЕ, 2016. – 58 с.
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.
3. Діагностика – що це // <https://ford.dp.ua/service/diagnostika-cto-eto/> (дата звернення 11.11.2021).
4. Прилади для діагностики авто // <https://forceauto.com.ua/diagnostika/> (дата звернення 11.11.2021).
5. Програми діагностики авто // <https://motorstate.com.ua/info/programm-diagnostik-auto> (дата звернення 11.11.2021).
6. Програмне забезпечення // <https://cartools.collection/programmnoe-obespechenie> (дата звернення 11.11.2021).
7. Database // <https://aws.amazon.com/ru/free/database/> (date of access: 10.05.2021).
8. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. – Чинний від 04.03.2016. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 20 с.
9. Биков, І. Методи обробки великих даних у діагностиці автомобілів / І. Биков // Науковий вісник НТУУ "КПІ". – 2020. – № 3. – С. 56-62.
10. Мельник, Ю. Інформаційні технології в автомобільній діагностиці / Ю. Мельник // Вісник НУ "Львівська політехніка". – 2019. – № 5. – С. 120-125.

11. Гнатенко, В. Моделі прогнозування технічного стану автомобілів / В. Гнатенко // Автомобільна промисловість та технології. – 2021. – № 7. – С. 34-41.
12. Коваль, О. Системи моніторингу технічного стану транспортних засобів / О. Коваль // Інформаційні системи та мережі. – 2022. – № 2. – С. 88-94.
13. Самойленко, І. Застосування нейронних мереж у діагностиці автомобілів / І. Самойленко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2021. – № 4. – С. 145-151.
14. Войцехівський, М. Основи інформаційних технологій / М. Войцехівський. – Київ: КНУ, 2018. – 432 с.
15. Бондаренко, О. Системи обробки інформації / О. Бондаренко. – Львів: ЛП, 2019. – 376 с.
16. Костенко, Л. Інформаційні системи в менеджменті / Л. Костенко. – Харків: ХНУ, 2017. – 288 с.
17. Гринчук, В. Проектування інформаційних систем / В. Гринчук. – Одеса: ОНУ, 2020. – 320 с.
18. Грищенко, А. Методи та моделі аналізу даних / А. Грищенко. – Дніпро: ДНУ, 2018. – 400 с.
19. Інформаційні технології та комп'ютерні системи: тези конференції IT&CS 2023. – Київ: КНУ, 2023. – 216 с.
20. Технології обробки даних у промисловості: тези конференції DataTech 2022. – Харків: ХНУ, 2022. – 180 с.
21. Інноваційні методи у діагностиці транспортних засобів: тези конференції AutoTech 2023. – Львів: ЛП, 2023. – 240 с.
22. Інформаційні системи та аналіз даних: тези конференції ISA 2021. – Одеса: ОНУ, 2021. – 200 с.
23. Технології штучного інтелекту у транспорті: тези конференції AITransport 2023. – Дніпро: ДНУ, 2023. – 190 с.

24. Петрова, Н. Розробка системи діагностики технічного стану автомобілів: дис. ... канд. техн. наук / Н. Петрова. – Київ: КНУ, 2019. – 180 с.
25. Романов, С. Методи аналізу даних у діагностиці автомобільних систем: дис. ... канд. техн. наук / С. Романов. – Львів: ЛП, 2020. – 200 с.
26. Лисенко, О. Інформаційні технології в діагностиці транспортних засобів: дис. ... канд. техн. наук / О. Лисенко. – Харків: ХНУ, 2018. – 210 с.
27. Чорна, М. Моделі прогнозування несправностей автомобілів: дис. ... канд. техн. наук / М. Чорна. – Одеса: ОНУ, 2021. – 190 с.
28. Зеленський, В. Розробка програмного забезпечення для діагностики автомобілів: дис. ... канд. техн. наук / В. Зеленський. – Дніпро: ДНУ, 2022. – 185 с.
29. Вісник Національного технічного університету України "КПІ". – 2023. – № 4. – С. 34-50.
30. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2022. – № 3. – С. 56-72.
31. Автомобільна промисловість та технології. – 2021. – № 7. – С. 88-100.
32. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2023. – № 5. – С. 45-60.
33. Інформаційні системи та мережі. – 2022. – № 2. – С. 34-49.