

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комп'ютерна система віддаленого моніторингу здоров'я водіїв
і стану транспортних засобів

Виконав: студент IV курсу, групи CI-41

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Міщук І.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Жаровський Р.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Пастух О.А.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Міщуку Івану Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютерна система віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів

Керівник роботи Жаровський Руслан Олегович, к.т.н.

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

Затверджені наказом ректора від « 27 » січня 2025 року № 4.7-53

2. Термін подання студентом завершеної роботи 17.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Мікроконтролер Raspberry PI, модуль ELM 327, Google Sheets

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз способів та особливостей реалізації систем віддаленого моніторингу показників здоров'я людини і стану транспортних засобів 2. Проектування комп'ютерної системи віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів 3. Програмне забезпечення підсистем віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Архітектура комп'ютерної системи.

2. Схема електрична принципова модуля збору показників здоров'я водія

3. Схема електрична принципова модуля збору параметрів середовища

4. Блок-схема алгоритму роботи комп'ютерної системи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Пилипець М.І., д.т.н., проф., каф. МТ</i>		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Розробка технічного завдання</i>	<i>27.01 – 02.02</i>	<i>Викон.</i>
2.	<i>Аналіз способів та особливостей реалізації систем віддаленого моніторингу показників здоров'я людини і стану транспортних засобів</i>	<i>03.02-01.03</i>	<i>Викон.</i>
3.	<i>Проектування комп'ютерної системи віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів</i>	<i>01.03-27.03</i>	<i>Викон.</i>
4.	<i>Програмне забезпечення підсистем віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів</i>	<i>27.03-05.05</i>	<i>Викон.</i>
5.	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>05.05-30.05</i>	<i>Викон.</i>
6.	<i>Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу</i>	<i>30.05-08.06</i>	<i>Викон.</i>
7.	<i>Перевірка на академічний плагіат, перевірка керівником та консультантами</i>	<i>9.06 – 15.06</i>	<i>Викон.</i>
8.	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>16.06 – 22.06</i>	<i>Викон.</i>
9.	<i>Захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>24.06.2025</i>	<i>Викон.</i>

Студент

(підпис)*Міщук Іван Іванович*_____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)*Жаровський Руслан Олегович*_____
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Міщук Іван Іванович. Комп'ютерна система віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів: робота на здобуття ступеня бакалавра: спец. 123 – комп'ютерна інженерія. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2025.

Ключові слова: комп'ютерна система, моніторинг, здоров'я, стан, транспортний засіб.

У результаті реалізації поставлених завдань досліджено існуючі рішення та архітектури систем моніторингу здоров'я людини і транспортних засобів. На основі результатів аналізу розроблено структурну та функціональну модель комп'ютерної системи, що поєднує сенсори фізіологічного стану (температура, пульс, тиск) і параметрів навколишнього середовища (вологість, освітлення, якість повітря). Окрім цього, реалізовано механізм зчитування даних з електронного блоку управління автомобіля за стандартом OBD-II із використанням адаптера ELM327.

У роботі створено програмне забезпечення з використанням мови програмування Python, яке забезпечує інтеграцію з Google Sheets через HTTP-запити та дозволяє вести віддалений журнал стану системи.

Запропонована система є гнучкою і компактною з можливістю подальшої модифікації під конкретні потреби: від використання в легковому автотранспорті до впровадження в службові або логістичні автопарки. Наявність модулів самодіагностики та дистанційного збереження даних дозволяє використовувати її як частину більш широкої інфраструктури моніторингу.

ANNOTATION

Mishchuk I.I. Computer system for remote monitoring of drivers' health and vehicle condition: Bachelor's Graduation Thesis: speciality 123 — computer engineering. Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University, 2025.

Keywords: computer system, monitoring, health, state, vehicle

As a result of completing the assigned tasks of the qualification project, existing solutions and architectures for monitoring human health and vehicle condition were analyzed. Based on the results of this analysis, a structural and functional model of a computer system was developed, combining sensors for physiological parameters (temperature, pulse, blood pressure) and environmental conditions (humidity, lighting, air quality). Additionally, a mechanism for reading data from the vehicle's electronic control unit via the OBD-II standard using an ELM327 adapter was implemented.

The project also includes software developed in the Python programming language, which integrates with Google Sheets via HTTP requests and enables remote logging of system status.

The proposed system is flexible and compact, with the potential for further modification to meet specific needs — ranging from use in private passenger vehicles to deployment in service or logistics fleets. The inclusion of self-diagnostic modules and remote data storage capabilities enables its integration into a broader monitoring infrastructure.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ І СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	10
1.1 Аналіз вимог технічного аналізу	10
1.2 Особливості електронного моніторингу показників технічного стану транспортних засобах.....	15
1.3 Аналіз вимог щодо реалізації комп'ютерної системи виявлення небезпеки для слабозрячих людей	20
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ЗДОРОВ'Я ВОДІЇВ І СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ..	23
2.1 Проектування концептуальної архітектури комп'ютерної системи віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів	23
2.2 Проектування підсистеми моніторингу стану здоров'я водіїв.....	25
2.3 Проектування схеми підключення компонентів підсистеми моніторингу здоров'я водія.....	33
2.4 Проектування підсистеми віддаленого моніторингу стану транспортного засобу	36
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДСИСТЕМ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ЗДОРОВ'Я ВОДІЇВ І СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ..	40
3.1 Реалізація підсистеми моніторингу технічного стану транспортного засобу	40

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мищук І.І.			Комп'ютерна система віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів	Літ.	Арк.
Перевір.		Жаровський Р.О.					6
Реценз.		Пастух О.А.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41	
Н. Контр.		Луцик Н.С.					
Затверд.		Осуківська Г.М.					

3.2	Реалізація підсистеми моніторингу здоров'я водія	48
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.		52
4.1	Аварії з викидом радіоактивних речовин та захист населення від впливу радіації	52
4.2	Заходи щодо боротьби з шкідливою дією ультразвуку на організм людини	55
ВИСНОВКИ		58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		59
Додаток А Технічне завдання		
Додаток Б Перелік елементів		

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

У сучасних умовах підвищеного рівня урбанізації та зростання кількості транспортних засобів питання безпеки дорожнього руху набуває особливої актуальності. Основною причиною значної частини дорожньо-транспортних пригод є людський фактор, зокрема, втома, погіршення самопочуття водія або несвоєчасне реагування на зміну дорожньої обстановки. У зв'язку з цим розробка й впровадження систем, що здійснюють постійний моніторинг фізіологічного стану водія та технічного стану автомобіля, є одним із пріоритетних напрямів розвитку транспортних технологій.

Швидкий розвиток засобів мікроелектроніки, сенсорних пристроїв та мережевих технологій зробив можливим створення комп'ютеризованих рішень, що інтегрують вимірювальні модулі, засоби аналізу та канали передавання даних у єдину інформаційну систему. Такі рішення, зазвичай, класифікуються як частина екосистеми Інтернету речей (IoT) та передбачають багаторівневу архітектуру: від збору даних до аналітики й реагування. Водночас, завдяки таким апаратним платформам, як Raspberry Pi, та доступності програмних інструментів на базі Python, відкриваються нові можливості для впровадження персоналізованих систем активної безпеки.

Зазначені технології дозволяють реалізувати ефективні засоби дистанційного контролю за ключовими фізіологічними параметрами людини, а також за технічними характеристиками транспортного засобу, включаючи діагностику обертів двигуна, стану електричної системи, виявлення помилок керуючого блоку та інших критичних параметрів. Особливу роль у такій архітектурі відіграє використання стандарту OBD-II, що забезпечує доступ до даних електронного блоку управління автомобіля через універсальний інтерфейс.

Ключовою перевагою сучасних систем моніторингу є здатність не лише реєструвати та передавати інформацію, але й оперативно реагувати на потенційні загрози шляхом генерації сповіщень або виконання певних дій.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, у разі виявлення критичних відхилень у фізіологічному стані водія або несправностей у роботі транспортного засобу, система може попередити користувача голосовим повідомленням, візуальним інтерфейсом або передати інформацію до диспетчерського пункту чи сервісного центру.

Актуальність обраної теми обумовлена зростаючими вимогами до безпеки дорожнього руху, підвищенням соціальної відповідальності перевізників, а також необхідністю адаптації до нових технологічних стандартів у сфері Smart Mobility. Особливої уваги заслуговує потенціал впровадження таких систем у сфері громадського транспорту, службових автопарків, комерційного перевезення вантажів, а також для приватного використання в умовах інтенсивного руху або великих міст.

Завдяки впровадженню технологічних рішень з'являється можливість знизити ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних як із людським, так і технічним чинником, підвищити загальний рівень безпеки на дорогах та забезпечити сучасний підхід до управління транспортною безпекою через інструменти інтелектуального аналізу даних.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ І СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

1.1 Аналіз вимог технічного аналізу

Проектована комп'ютерна система призначена для безперервного моніторингу фізіологічного стану водія та технічних параметрів транспортного засобу з метою підвищення безпеки дорожнього руху, зменшення ризику виникнення критичних ситуацій та своєчасного інформування про потенційні загрози.

Система повинна бути реалізована як сучасне IoT-рішення, що поєднує можливості сенсорної діагностики, модулів збирання та передавання даних, алгоритмів початкової обробки та хмарного збереження з подальшою візуалізацією результатів у режимі реального часу.

Основним завданням системи є виявлення відхилень у показниках здоров'я водія, зокрема, температури тіла, частоти серцевих скорочень, рівня артеріального тиску. Окрім цього, повинна забезпечуватись діагностика таких ключових параметрів автомобіля, як напруга бортової мережі, оберти двигуна, наявність помилок у системі керування, що можуть свідчити про наближення до аварійного стану.

Отримані дані мають фіксуватися за допомогою вбудованих сенсорів та адаптерів типу ELM327, опрацьовуватися на одноплатному комп'ютері (наприклад, Raspberry Pi) і передаватися у хмарне середовище (Google Sheets, Firebase) для централізованого зберігання, аналізу або формування тривожних сигналів.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз способів та особливостей реалізації систем віддаленого моніторингу показників здоров'я людини і стану	Літ.	Арк.	Аркуші	
Розроб.		Мищук І.І.							
Перевір.		Жаровський Р.О.					10		
Реценз.		Пастух О.А.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41			
Н. Контр.		Луцик Н.С.							
Затверд.		Осухівська Г.М.							

Ключовою особливістю системи є здатність до інформування водія у режимі реального часу, наприклад, за допомогою синтезованих голосових повідомлень, повідомлень на екран або інтерфейсу в мобільному застосунку. Це дає змогу водію вчасно зреагувати на погіршення самопочуття або несправність транспортного засобу, а також передати дані до сервісного центру або диспетчера.

Система моніторингу повинна забезпечувати автоматизовану оцінку ризиків, сприяти зниженню навантаження на людину-оператора та створювати передумови для інтеграції в більш широкі системи інтелектуального керування транспортом. Вона може бути впроваджена як у комерційних автопарках, так і в індивідуальних транспортних засобах із підвищеними вимогами до безпеки.

Головною метою створення комп'ютерної системи моніторингу стану здоров'я водія та ключових параметрів стану автомобіля є забезпечення своєчасного виявлення потенційно небезпечних ситуацій, пов'язаних як з фізіологічним станом водія, так і з технічними відхиленнями у роботі транспортного засобу, що може допомогти запобігти дорожньо-транспортним пригодам та критичним збоям у роботі авто.

Система орієнтована на підвищення безпеки дорожнього руху, створення умов для своєчасної діагностики водія і транспортного засобу, а також передачі відповідних даних до хмарного середовища з подальшою обробкою та відображенням у зручному для користувача форматі.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити комплекс таких завдань:

- провести аналіз сучасних технологічних рішень, які використовуються в системах моніторингу водіїв, включаючи методи збору даних, архітектури IoT та засоби хмарного зберігання інформації;
- розробити структурну та функціональну архітектуру комп'ютерної системи, що об'єднує фізіологічні сенсори (температура, пульс, тиск) і датчики середовища (вологість, освітленість, концентрація газів);
- обґрунтувати вибір апаратної бази системи, зокрема мікрокомп'ютера, модуля аналогово-цифрового перетворення, сенсорів вимірювання показників

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здоров'я, а також адаптера OBDII типу ELM327 для зчитування технічних параметрів авто;

- спроектувати електричну принципову схему підключення основних компонентів до обчислювального модуля з урахуванням особливостей комунікаційних інтерфейсів (GPIO, I2C, UART, Bluetooth);

- реалізувати програмне забезпечення, яке забезпечує зчитування сенсорних даних, їхню обробку, форматування у вигляді JSON і відправлення до Google Sheets або іншого хмарного сервісу;

- провести тестування функціональності системи, оцінити точність, стабільність вимірювань та швидкість оновлення даних в умовах реального використання.

Розроблена система повинна стати компактним, автономним і доступним рішенням, здатним інтегруватися в інфраструктуру сучасного автотранспорту та сприяти зменшенню впливу людського фактору на безпеку руху.

Комп'ютерна система, яка розробляється у кваліфікаційній роботі, є прикладом застосування IoT пристроїв та орієнтована на контроль фізіологічного стану водія і технічного стану транспортного засобу в умовах реальної експлуатації. Запропонована система поєднує в собі функціональні компоненти для зчитування даних, їхньої первинної обробки, збереження та відправки в хмарне середовище, що дає змогу класифікувати її як персональну систему активної безпеки.

Ключовими характеристиками розроблюваної системи є зчитування фізіологічних параметрів водія, моніторинг навколишнього середовища в салоні автомобіля та отримання телеметричних даних автомобіля з електронного блоку управління (напруга, оберти двигуна, коди помилок).

Для реалізації зазначених функцій об'єкт оснащується Raspberry Pi – одноплатним мікрокомп'ютером, який служить центральним вузлом збору та обробки даних. До нього підключаються аналогові сенсори через інтерфейс I2C за допомогою модуля АЦП, цифрові сенсори або модулі Bluetooth для зв'язку з

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пульсометром або датчиком тиску та адаптер ELM327, який передає дані з OBD-II порту автомобіля через Bluetooth.

Дані, зібрані сенсорами, зчитуються у реальному часі, конвертуються у цифрову форму та передаються через безпроводне з'єднання у хмарний сервіс. Це дозволяє не лише зберігати історію показників, але й реалізовувати алгоритми раннього виявлення відхилень.

Кожен сенсорний показник інтерпретується системою відповідно до заданих порогових значень. У разі виявлення критичних значень або небезпечних трендів система може здійснювати попередження водія через інтерфейс або аудіо-вивід, а також передавати тривожний сигнал до відповідального сервісу або диспетчера.

Живлення системи здійснюється або від бортової мережі, або від автономного акумулятора (павербанк), що забезпечує незалежність роботи при короткочасному зникненні живлення в авто.

Вимоги до комп'ютерної системи моніторингу стану здоров'я водіїв і контролю технічного стану транспортних засобів поділяються на функціональні та нефункціональні.

Функціональні вимоги стосуються апаратного та програмного забезпечення, що реалізує зчитування фізіологічних та телеметричних даних, їх обробку, передачу та відображення в режимі реального часу. Нефункціональні вимоги, у свою чергу, включають критерії зручності користування, автономності, стабільності, точності, масштабованості та адаптивності до умов експлуатації у транспортному середовищі.

До функціональних вимог, які повинні бути реалізовані у системі належать:

- можливість зчитування показників життєдіяльності водія (пульс, температура, артеріальний тиск) за допомогою фізіологічних сенсорів, підключених до Raspberry Pi через АЦП або Bluetooth;

- здатність визначати параметри мікроклімату в салоні авто (вологість, освітленість, температура, газів) на основі відповідних давачів;

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- можливість зчитування технічного стану транспортного засобу (напруга, оберти двигуна, помилки ECU) через OBD-II адаптер ELM327;
- локальна обробка даних на Raspberry Pi з формуванням структурованих повідомлень у форматі JSON;
- передача даних у хмарне сховище (наприклад, Google Sheets) з періодичністю не більше 10 секунд;
- відображення службової інформації на локальному дисплеї (наприклад, OLED або TFT-екрані);
- можливість голосового попередження про критичні відхилення у стані водія або транспортного засобу через TTS-модуль;
- підтримка роботи в автономному режимі від акумуляторного джерела живлення (наприклад, павербанку);
- реалізація базового локального керування системою через кнопки (ввімкнення/вимкнення, перезапуск, режим тестування).

На програмному рівні повинні бути імплементовані такі вимоги як:

- забезпечення стабільного зчитування сенсорних даних із частотою не менше одного циклу за 2 секунди;
- затримка при передачі даних у хмарне середовище – не більше, ніж 1,5 секунди;
- можливість виявлення перевищень допустимих меж параметрів і генерація попереджень;
- журналювання даних у хронологічному порядку із зазначенням часу, типу показника, відхилення та стану;
- підтримка конфігурації критичних порогів для кожного параметра;
- здатність до автоматичного відновлення роботи після аварійного перезавантаження або втрати живлення;
- модуль самоперевірки при запуску (діагностика підключених сенсорів, з'єднань, наявності Інтернету);
- оптимізація енергоспоживання при роботі в фоновому режимі або при низькому навантаженні;

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– можливість додавання нових сенсорів без зміни базової архітектури програмного ядра.

Сукупність вищевказаних вимог дозволяє забезпечити надійну та масштабовану систему, здатну виявляти ризики для здоров'я водія і технічні несправності автомобіля до моменту їхнього переходу в критичну фазу. Система є придатною до використання як в умовах приватного, так і комерційного транспорту.

1.2 Особливості електронного моніторингу показників технічного стану транспортних засобів

Одним із ключових технологічних рішень, що забезпечує надійний обмін даними між різними електронними компонентами транспортного засобу, є протокол CAN, розроблений компанією Bosch. Він широко застосовується в автомобілебудуванні та промисловій автоматизації, зокрема, як основа обміну інформацією в межах інтерфейсу OBD-II (через лінії CAN-High та CAN-Low). У сучасних автомобілях підтримка CAN є стандартною функціональністю, що обумовлено високою швидкістю та стійкістю до перешкод цього протоколу.

CAN не накладає жорстких обмежень щодо швидкості передачі даних або типу використовуваного обладнання, дозволяючи реалізовувати гнучкі архітектури обміну. Залежно від мікроконтролера, швидкість передачі сигналу може змінюватися від 20 Кбіт/с до 1 Мбіт/с.

У межах транспортної електроніки CAN-протокол виступає як еталон каналного рівня моделі OSI, надаючи засоби створення повідомлень, арбітражу, виявлення помилок та підтвердження прийому кадрів. При цьому фізичне середовище передачі (наприклад, вита пара або оптоволокно) не є жорстко регламентованим, що дозволяє адаптувати реалізацію мережі до конкретних умов експлуатації.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

CAN-мережі дозволяють формувати інтегровані системи моніторингу, що охоплюють вузли керування двигуном, підвіскою, гальмівною системою, а також різноманітні діагностичні модулі. Для розширення функціоналу, на прикладному рівні можуть застосовуватись надбудови, зокрема протоколи типу CANopen, хоча для вузькоспеціалізованих систем достатньо внутрішніх специфікацій виробника.

Класичний CAN-вузол містить:

- зовнішній мікроконтролер;
- CAN-контролер (вбудований або окремий);
- приймальний пристрій (драйвер прийому/передачі).



Рисунок 1.1 — Типова структура CAN-вузла

Сьогодні набувають популярності мікроконтролери з інтегрованим CAN-модулем, які зменшують кількість зовнішніх елементів і оптимізують апаратну реалізацію. У задачах з підвищеними вимогами до стабільності обміну застосовують окремі CAN-контролери з SPI-інтерфейсом (наприклад,

МСР2510), що взаємодіють із драйвером CAN-шини через термінатори на 120 Ом.

У разі передачі логічної "1", на обидві лінії витієї пари подається однакова напруга (половина від різниці між логічним нулем і живленням). Для логічного "0" формується диференціальна напруга, що дозволяє стійко фіксувати логічні рівні при впливі перешкод.

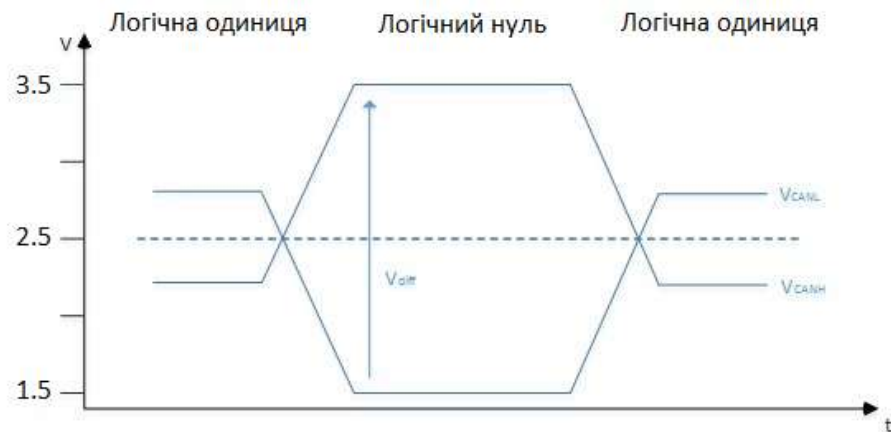


Рисунок 1.2 — Рівні сигналу на CAN-шині

Згідно з практичними рекомендаціями, максимальна довжина лінії зв'язку при швидкості 1 Мбіт/с становить до 40 метрів, а при зменшенні до 10 Кбіт/с її можна розширити до 1,5 км. Такий компроміс між швидкістю та довжиною дає змогу адаптувати мережу до конкретної топології автомобіля або цілого транспортного комплексу.



Рисунок 1.3 – Формат CAN-повідомлення

Сучасні системи комп'ютерної діагностики автомобілів ґрунтуються на стандартизованих протоколах взаємодії з електронним блоком керування (ECU). Одним із найпоширеніших у галузі є стандарт OBD-II (On-Board Diagnostics II), який забезпечує уніфікований підхід до отримання даних про технічний стан транспортного засобу. Цей стандарт дозволяє здійснювати обмін повідомленнями між ECU і діагностичними пристроями шляхом використання одного з п'яти підтримуваних комунікаційних протоколів.

Для реалізації фізичного з'єднання між автомобілем і сканером використовується спеціалізований інтерфейс – DLC (Diagnostic Link Connector). Роз'єм цього типу (рис. 1.4) відповідає технічним умовам, визначеним у специфікації SAE J1962, і має широке поширення в автомобілях, що підтримують OBD-II. Конструктивно DLC-роз'єм має 16 контактів, розміщених у два ряди по вісім. Його стандартне розташування в салоні авто — не далі ніж 61 см від рульової колонки, що забезпечує зручність підключення для обслуговуючого персоналу.

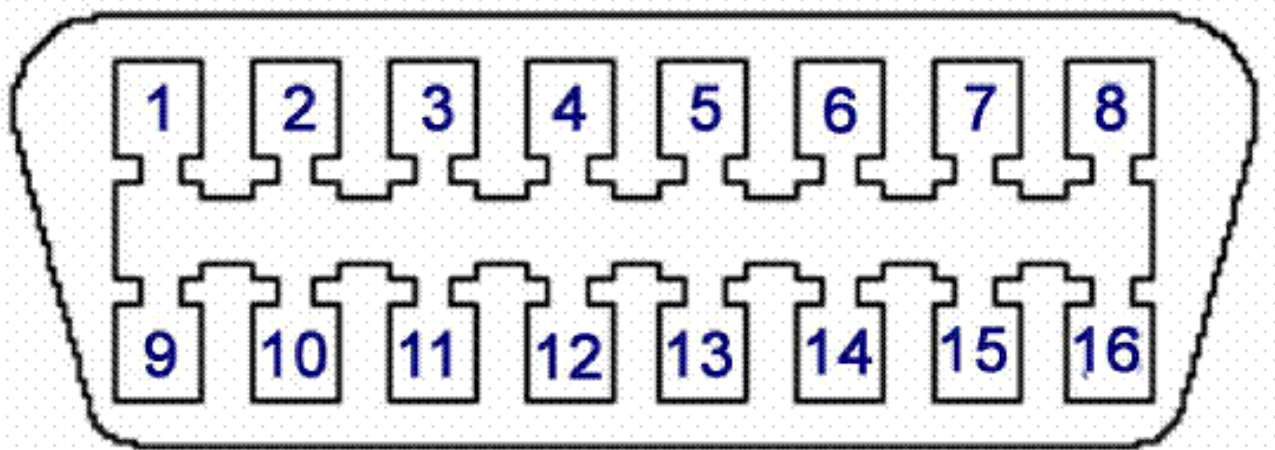


Рисунок 1.4 – Роз'єм DLC

Кожен контакт роз'єму виконує певну функцію: від подачі живлення до передачі даних різними протоколами (наприклад, CAN, ISO 9141-2, KWP2000). Призначення виводів DLC-роз'єму показано у табл. 1.1.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Таблиця 1.1 – Призначення контактів роз'єму DLC

№ контакту	Призначення	Примітка
1	Протокол виробника автомобіля (ОЕМ)	При включенні замка запалювання – комутація +12 В
2	Шина + (Bus positive Line)	2SAE-J1850 PWM, SAE-1850 VPW.
3	-	Не використовується
4	Заземлення	Заземлення від кузова автомобіля
5	Сигнальне заземлення	
6	Лінія CAN-High високошвидкісної шини CAN Highspeed	ISO 15765-4, SAE-J2284
7	K-Line.	ISO 9141-2 та ISO 14230
8	-	Не використовується
9	Лінія CAN-Low, низькошвидкісної шини CAN Lowspeed	
10	Шина – (Bus negative Line)	SAE-J1850 PWM, SAE –1850 VPW
11	-	Не використовується
12	-	Не використовується
13	-	Не використовується
14	Лінія CAN-Low високошвидкісної шини CAN	ISO 15765-4, SAE-J2284
15	L-Line	ISO 9141-2 та ISO 14230
16	Живлення +12 В від акумуляторної батареї	

У той же час, деякі з контактів не мають жорстко визначеного призначення і використовуються виробниками індивідуально, відповідно до специфіки електронної системи конкретного авто.

Це означає, що попри наявність OBD-II-роз'єму, не всі автомобілі можуть підтримувати повний набір функціональних можливостей стандарту без використання фірмових сканерів або адаптерів.

Існують також випадки, коли автомобіль підтримує один або кілька OBD-II-протоколів, але при цьому не обладнаний фізичним DLC-роз'ємом у класичному виконанні. У таких ситуаціях застосовуються перехідники або нестандартні діагностичні інтерфейси, що ускладнює уніфікацію процесу діагностики.

У контексті розробки комп'ютеризованої системи моніторингу важливо врахувати особливості реалізації OBD-II у конкретних моделях автомобілів, а також формати обміну даними на фізичному рівні для кожного підтримуваного протоколу. Такий аналіз дозволяє підібрати сумісне апаратне забезпечення (наприклад, ELM327), адаптувати інтерфейс під відповідний протокол та гарантувати стабільність обміну технічними параметрами в рамках розроблюваної системи.

1.3 Аналіз вимог щодо реалізації комп'ютерної системи виявлення небезпеки для слабозрячих людей

Фізіологічний стан водіїв значною мірою залежить не лише від індивідуальних особливостей організму, але й від умов, у яких вони перебувають під час експлуатації транспортних засобів. Соціально-економічне середовище, інтенсивність дорожнього руху, якість повітря в салоні, рівень шуму, температура – всі ці фактори здатні впливати на самопочуття водія, його емоційну стійкість і здатність до швидкої реакції.

Для забезпечення безпеки руху та запобігання надзвичайним подіям доцільним є впровадження розумних комп'ютеризованих систем моніторингу

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стану здоров'я водіїв, які можуть виявляти ознаки фізіологічного виснаження, підвищення стомлюваності, порушення дихання, артеріального тиску чи серцевого ритму.

Сучасні сенсорні рішення, зокрема ті, що кріпляться до тіла або інтегруються в сидіння, кермо чи підголовник, дозволяють реєструвати показники, що прямо або опосередковано свідчать про стан здоров'я водія транспортного засобу. До таких показників належать:

- частота пульсу;
- рівень насичення крові киснем;
- температура тіла;
- рівень артеріального тиску (наприклад, US9111);
- електрокардіографічні показники;
- електроміографічна активність тощо.

З іншого боку, оточення водія (тобто параметри навколишнього середовища у салоні авто) також суттєво впливають на рівень комфорту, а отже, і на стан здоров'я. Зокрема, надмірна температура, погана вентиляція, шкідливі речовини в повітрі або різкі коливання освітленості можуть викликати подразнення, втому або навіть негативно впливати на когнітивні функції водія.

Моніторинг таких параметрів можна реалізувати за допомогою відповідних датчиків:

- RH31 – для вимірювання відносної вологості повітря;
- MQ2 – для виявлення диму, чадного газу, парів бензину;
- LM393 – для контролю рівня освітленості;
- TTC05 – для реєстрації температури повітря в кабіні.

Проектована система передбачає використання малоформатного одноплатного комп'ютера Raspberry Pi, до якого підключаються сенсори безпосередньо (цифрові) або через аналого-цифровий перетворювач (наприклад, PCF8591).

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Комунікація з зовнішнім середовищем реалізується через безпроводні технології передачі даних, зокрема, Bluetooth, а показники стану здоров'я водія та середовища можуть передаватися до хмарного сховища (Google Sheets, Firebase тощо) для зберігання, аналізу та подальшої інтерпретації.

Особливістю пропонованої системи є її портативність, автономність, мінімальне втручання в конструкцію автомобіля та можливість адаптації до широкого спектра умов експлуатації.

					<i>КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ЗДОРОВ'Я ВОДІЇВ І СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

2.1 Проектування концептуальної архітектури комп'ютерної системи віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів

Сучасні системи дистанційного контролю здоров'я активно впроваджуються в різних галузях, зокрема в транспортній сфері, де фізичний стан водія безпосередньо впливає на безпеку дорожнього руху. Для вирішення подібних задач широко використовуються технології Інтернету речей (IoT), що забезпечують безперервний моніторинг як фізіологічних показників водія, так і технічного стану автомобіля.

Типова архітектура такого класу систем включає такі ключові компоненти:

- біометричні сенсори, розташовані на тілі водія (наприклад, у вигляді натільних пристроїв або сидіння з вбудованими сенсорами), які фіксують життєво важливі показники — частоту серцевих скорочень, температуру тіла, рівень стресу, артеріальний тиск тощо;
- автомобільні сенсори, зокрема, OBD-II, гіроскопи, акселерометри, давачі температури двигуна, рівня масла, тиску в шинах, що здійснюють діагностику технічного стану транспортного засобу;
- платформа на основі мікроконтролерів (наприклад, Raspberry Pi або STM32), що обробляє сигнали з датчиків, виконує попередній аналіз та забезпечує передачу даних через бездротові протоколи (WiFi, GSM, GPS);

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз способів та особливостей реалізації систем віддаленого моніторингу показників здоров'я людини і стану		
Розроб.		Мищук І.І.					
Перевір.		Жаровський Р.О.					
Реценз.		Пастух О.А.					
Н. Контр.		Луцик Н.С.					
Затверд.		Осухівська Г.М.					
					Літ.	Арк.	Аркуші
						23	
					ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41		

- мобільний додаток або вбудований дисплей, який відображає дані в зручному вигляді та попереджає про критичні стани як водія, так і транспортного засобу;

- хмарна інфраструктура для зберігання, візуалізації, аналітики та формування звітів для диспетчерів, технічного персоналу або медичних працівників.

Особливістю запропонованої у роботі комп'ютерної системи є інтеграція декількох підсистем:

- підсистема контролю показників здоров'я – здійснює неперервний моніторинг фізіологічних показників водія з метою виявлення втоми, стресу або погіршення самопочуття (наприклад, передінфарктного стану);

- підсистема моніторингу технічного стану транспортного засобу – аналізує критичні параметри автомобіля, зокрема температуру двигуна, вібрації, рівень палива, стан акумулятора тощо;

- комунікаційна підсистема – забезпечує обмін інформацією між автомобілем, хмарним сервером і користувачем, використовуючи REST API, MQTT або інші сучасні протоколи.

На рис. 2.1 представлено концептуальну архітектуру системи віддаленого моніторингу здоров'я водія і транспортного засобу на рівні підсистем під управління мікроконтролера Raspberry Pi.

Використання мінікомп'ютера Raspberry Pi як центрального обчислювального блоку дозволяє реалізувати гнучку, масштабовану та недорогу систему. Інтерфейси GPIO надають широкі можливості для підключення додаткових сенсорів та модулів. Вбудовані протоколи SPI, I2C та UART дозволяють легко інтегрувати датчики зчитування стану водія та транспортного засобу.

Основною ціллю є попередження аварійних ситуацій шляхом раннього виявлення ознак перевтоми водія або несправностей у транспортному засобі. Виявлена в реальному часі інформація передається до центрального диспетчерського пункту, де можуть бути прийняті відповідні управлінські рішення.

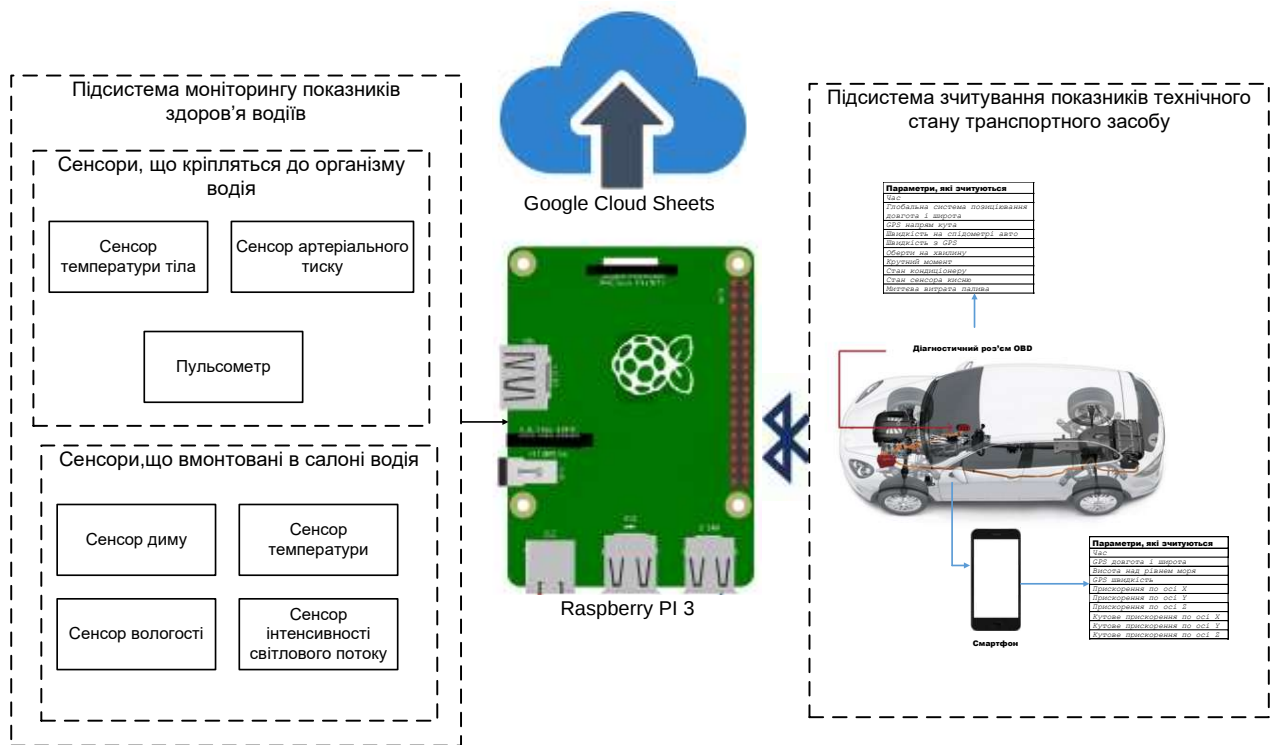


Рисунок 2.1 – Концептуальна архітектура системи віддаленого моніторингу здоров'я і технічного стану транспортних засобів

Застосування IoT у контексті безпеки на транспорті створює певні виклики, пов'язані з надійністю зв'язку, захистом даних та необхідністю обробки великих обсягів інформації. Тому важливо впроваджувати ефективні механізми обробки даних як на локальному рівні (на борту авто), так і в хмарі, використовуючи алгоритми попередження критичних подій або машинного навчання для прогнозування ризиків.

2.2 Проектування підсистеми моніторингу стану здоров'я водіїв

На сьогоднішній день існує широкий спектр пристроїв, призначених для самостійного контролю фізичного стану людини в умовах підвищеної відповідальності, зокрема для учасників дорожнього руху. У численних дослідницьких і прикладних роботах активно розглядаються сучасні підходи до побудови IoT-систем для таких завдань. Водночас, переважна більшість таких рішень має спільну базову архітектуру, яка включає:

- сенсорні компоненти, що реєструють ключові параметри — від біометричних показників водія до факторів зовнішнього середовища (температура, вологість, якість повітря тощо);
- контролери або одноплатні мікрокомп'ютери, які здійснюють попередню обробку, аналіз та передачу даних за допомогою бездротових технологій (Wi-Fi, GSM, Bluetooth);
- інтерфейсні пристрої, такі як смартфони, планшети або спеціалізовані термінали, що забезпечують користувацький доступ до інформації через візуальні панелі або мобільні застосунки;
- проміжні вузли обробки, які виступають шлюзами між сенсорами і хмарними сервісами, дозволяючи проводити додаткову аналітику та накопичення даних у віддалених сховищах.

Поширення керувальних плат типу Arduino та STM32 пояснюється їхньою компактністю, доступністю та простотою налаштування, що особливо важливо у транспортній сфері. Проте для побудови більш гнучкої та функціонально насиченої системи доцільно застосовувати одноплатний комп'ютер Raspberry Pi (RPi), який поєднує в собі можливості апаратної обробки сигналів і гнучкого програмного керування.

Raspberry Pi – це мініатюрний комп'ютер, який може бути повністю налаштований для роботи в якості центру обробки сенсорних даних. Він підтримує підключення через 40-контактний порт GPIO (входи/виходи загального призначення), що дозволяє напряду керувати електронними модулями. Цей інтерфейс підтримує цифрове програмування за допомогою мов високого рівня (Python, C++, Java), що спрощує інтеграцію з аналітичними або інтерфейсними модулями.

GPIO також підтримує кілька протоколів взаємодії з периферією, серед яких SPI, I²C та UART, що забезпечує гнучке підключення реле, сенсорів, аналогово-цифрових перетворювачів, кнопок тощо. Завдяки цьому Raspberry Pi легко інтегрується в комплексні системи збору інформації з біодатчиків, прикріплених до водія та технічних сенсорів авто.

Варто зауважити, що одним з обмежень RPi є відсутність вбудованого АЦП, що ускладнює роботу з аналоговими сенсорами. Однак це вирішується шляхом підключення недорогих зовнішніх модулів, таких як PCF8591 (8-розрядний по I²C) або MCP3008 (10-розрядний по SPI), які дозволяють зчитувати аналогові сигнали та інтегрувати їх у цифрову систему моніторингу.

У межах даної роботи реалізується проєкт комп'ютерної системи, що виконує віддалений аналіз та прогнозування потенційних фізіологічних відхилень у водіїв, а також дозволяє оцінювати умови експлуатації транспортного засобу. Архітектурно підсистема поділяється на два базові функціональні блоки:

- модуль збору фізіологічних параметрів водія, що відслідковує ключові біомедичні показники організму в режимі реального часу;
- модуль оцінки зовнішніх факторів середовища, які можуть впливати як на водія, так і на технічний стан транспортного засобу.

Ключова мета створення такої системи полягає в інтеграції автономних сенсорних модулів, які дозволяють оперативно виявляти фізичні порушення у водія, тим самим сприяючи запобіганню аварійним ситуаціям. Завдяки принципам телеметрії, така система дає змогу дистанційно здійснювати оцінку самопочуття людини за кермом. Застосування сенсорних мереж, вмонтованих у сидіння, ремені безпеки або натільні пристрої, забезпечує безперервне зчитування життєво важливих сигналів.

Розроблена структура дозволяє контролювати:

- температуру тіла, що вимірюється за допомогою сенсора TTC05, інтегрованого у поверхню сидіння або керма;
- частоту серцевих скорочень, яка фіксується за допомогою пульсометра, що вбудовується в браслет або сенсор на зап'ясті;
- артеріальний тиск, який визначається завдяки модулю US9111, призначеному для неінвазивного зчитування тиску під час руху або на зупинках.

На рис. 2.2 представлено схему електричну принципову для забезпечення моніторингу здоров'я водіїв.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

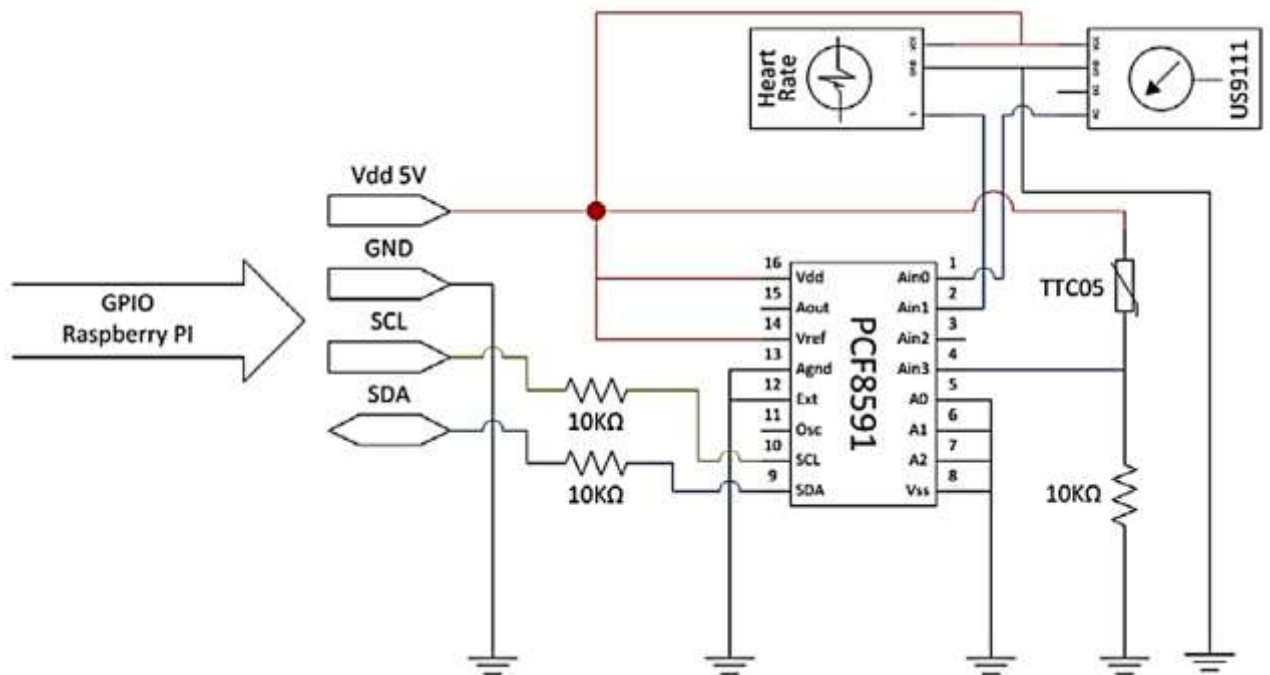


Рисунок 2.2 – Принципова електрична схема підсистеми зчитування фізіологічних показників водія

Для забезпечення контекстної оцінки умов, у яких перебуває водій і транспортний засіб, до складу системи входить екологічна підсистема моніторингу. Вона дозволяє аналізувати такі параметри навколишнього середовища, як:

- температура повітря у салоні чи ззовні, яка фіксується сенсором TTC05;
- рівень вологості, що вимірюється датчиком RH31 і дозволяє виявляти загрозові умови для самопочуття водія (надмірна вологість, парниковий ефект);
- наявність шкідливих газів або диму, які виявляються за допомогою сенсора MQ2 (наприклад, дим сигарет, витік бензинових парів чи чадного газу);
- інтенсивність освітлення, що контролюється сенсором LM393 і дозволяє аналізувати зміну світлового фону та виявляти ризики втоми очей під час нічного керування.

На рис. 2.3 продемонстровано схему електричну принципову для моніторингу зовнішніх умов у яких перебуває водій.

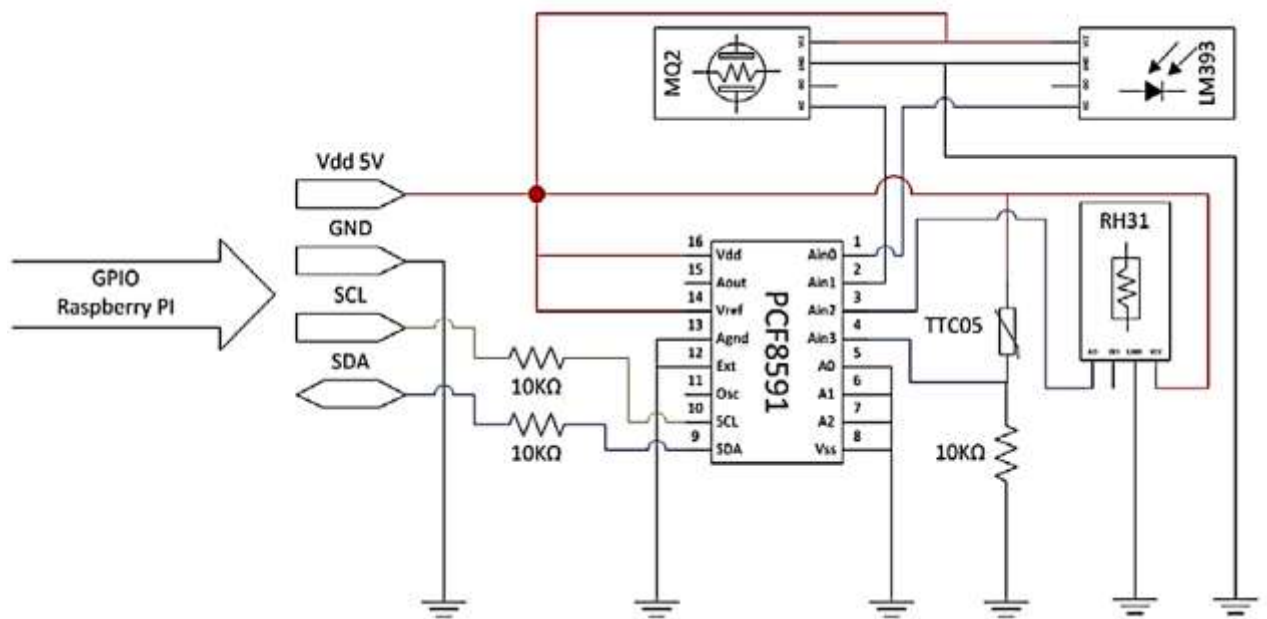


Рисунок 2.3 – Принципова електрична схема підсистеми моніторингу зовнішніх умов

У розглянутій системі здійснюється комплексне відстеження параметрів середовища, що можуть прямо чи опосередковано впливати на самопочуття водія та експлуатаційні характеристики транспортного засобу. Для фіксації відповідних величин застосовується набір компактних сенсорів, інтегрованих у конструкцію автомобіля:

- TTC05 – температурний сенсор, що контролює зовнішню або внутрішню температуру повітря в зоні перебування водія;
- RH31 – сенсор вологості, який фіксує відносну вологість та дозволяє виявити несприятливі умови, наприклад, запотівання вікон чи утворення конденсату;
- MQ2 – модуль, що виявляє наявність у повітрі шкідливих або токсичних домішок, таких як чадний газ (CO), діоксид вуглецю (CO₂), дим, спирти або вуглеводні, що можуть бути результатом витоку пального або сторонніх впливів;
- LM393 – сенсор освітленості, що оцінює рівень світла в салоні або зовні, з можливістю адаптації під денні та нічні режими водіння.

Концепція розробленої системи передбачає мінімізацію кількості сенсорних елементів без шкоди для інформативності, а також простоту їх монтажу без втручання в базову інфраструктуру транспортного засобу. Такий підхід дає змогу інтегрувати систему як у легкові авто, так і у спеціалізований транспорт без суттєвих змін.

Сенсорні модулі забезпечують постійне зчитування даних і передають їх до хмарного серверного середовища через доступні канали зв'язку – GSM або GPS-модулі. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни фізіологічного стану водія або зовнішнього середовища з боку операторів моніторингу чи сервісних структур. Архітектура підсистеми моніторингу стану здоров'я водіїв показано на рис. 2.4.

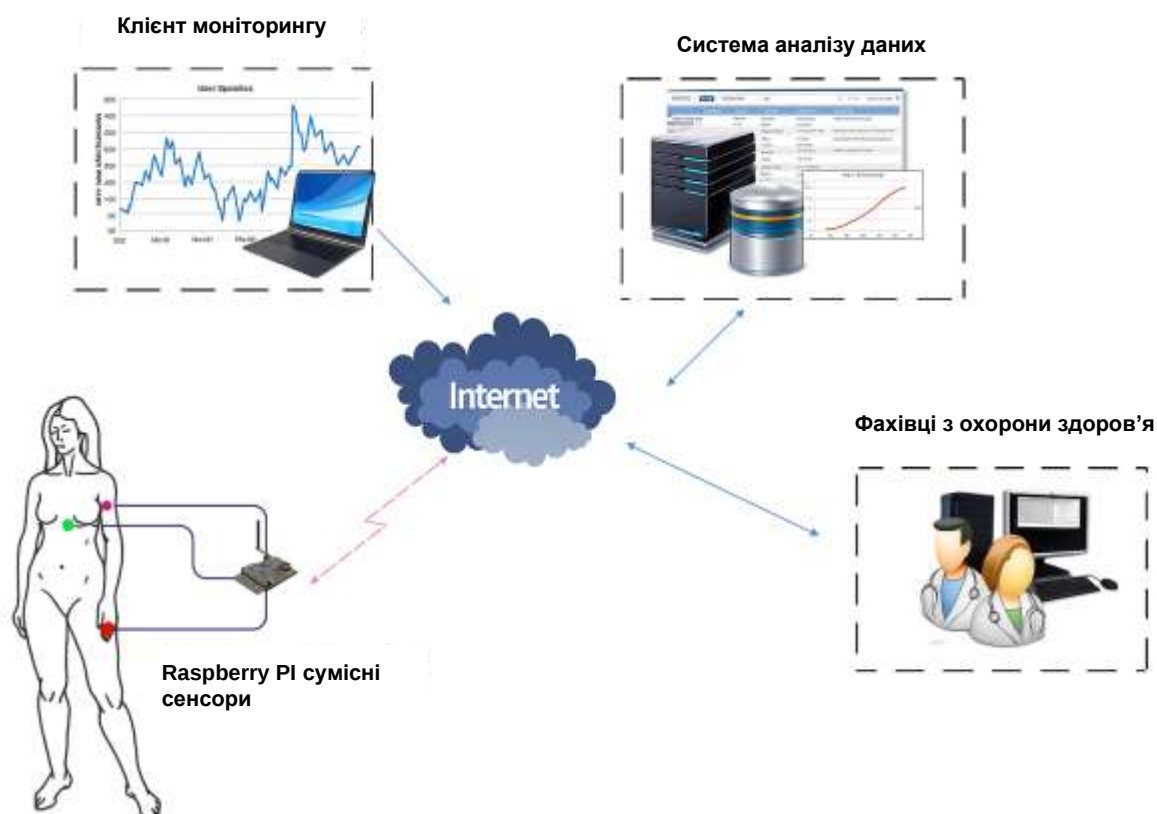


Рисунок 2.4 – Архітектура підсистеми аналізу фізичного стану водія та параметрів середовища

Для реалізації передачі інформації в IoT-середовищі використовується серверна модель на базі WETP (наприклад, Apache Tomcat), що підтримує REST-

інтерфейси. Кожен сенсорний модуль отримує унікальний URI-ідентифікатор, який дозволяє отримати актуальні дані у форматі JSON. Наприклад, при запиті «http://[адреса_сервера]/DriverMonitor/api/temp» отримується відповідь, яка показана на рис. 2.5.

```
json

{"temp": "36.7"}
```

Рисунок 2.5 – Приклад відповіді у форматі JSON

На основі зібраної інформації можливе створення клієнтських застосунків, які надають візуалізацію даних, генерують попередження або аналітичні звіти для прийняття рішень у сфері безпеки дорожнього руху.

Зібрані телеметричні дані можуть бути оброблені двома шляхами:

- локальна (інтегрована) обробка – дозволяє безпосередньо на «борту» автомобіля реагувати на критичні ситуації шляхом сигналізації або автоматичного втручання;
- хмарна аналітика – передбачає централізоване зберігання, аналіз та довгостроковий прогноз на основі великої кількості записів від різних автомобілів.

Таким чином, підсистема дозволяє здійснювати персоналізований контроль за станом водія та довкіллям, адаптуючись до змін умов руху й забезпечуючи вищий рівень безпеки як для самого кермувальника, так і для інших учасників дорожнього руху.

Для реалізації ефективної обробки великомасштабних потоків телеметричних даних, що надходять від розподілених сенсорних вузлів, серверна інфраструктура повинна бути забезпечена високопродуктивними ресурсами. Зокрема, це стосується обсягів оперативної пам'яті, широкосмугових каналів зв'язку та низької затримки в обробці пакетів даних.

Загальна архітектура таких комп'ютеризованих систем вимагає інтеграції складних програмно-апаратних комплексів, здатних справлятися з різномірними інформаційними потоками, які різняться як за джерелами, так і за частотою оновлення. Розмірність даних у просторі та часі потребує спеціалізованих механізмів агрегації, фільтрації та трансформації перед зберіганням у хмарному середовищі.

При побудові розподілених платформ моніторингу, зокрема в галузі автомобільної безпеки та контролю стану водія, важливо враховувати баланс між трьома критичними параметрами: швидкістю розгортання рішення, його ефективністю в реальних умовах експлуатації та обсягом витрачених зусиль. На практиці досягнення усіх трьох одночасно є надскладним завданням, тому доводиться робити компроміс: наприклад, скорочення витрат може призвести до зниження точності або збільшення часу реагування системи.

Оскільки всі підключені елементи: сенсори, мобільні пристрої, аналітичні вузли генерують великий обсяг даних, виникає проблема перевантаження обчислювальної інфраструктури. Такий обсяг інформації створює високе навантаження на мережі, ускладнюючи їх підтримку, масштабування та гарантування стабільної роботи в реальному часі.

З метою покращення керованості та ефективності, доцільно впроваджувати модульну (декомпозовану) архітектуру, де кожен компонент системи виконує вузькоспеціалізовану функцію. Це дозволяє забезпечити гнучкість, адаптивність і масштабованість рішення.

Впровадження розподілених обчислювальних мереж є критично важливим для стабільного збору та обробки IoT-даних, зокрема в умовах, де водій постійно перебуває в русі. Саме розподілена аналітика дозволяє оперативно виявляти критичні зміни в стані організму або навколишньому середовищі, передбачаючи загрозові ситуації до того, як вони переростуть у небезпеку.

У підсумку, швидке отримання актуальної інформації, її обробка в реальному часі та подальше прийняття рішень мають базуватись на

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інтелектуальних аналітичних модулях, здатних навчатися, адаптуватися та підлаштовуватися до динамічних умов транспортного середовища.

2.3 Проектування схеми підключення компонентів підсистеми моніторингу здоров'я водія

На основі архітектури підсистеми моніторингу здоров'я водія та розроблених схем електричних принципів спроектовано схему підключення компонентів. На рис.2.6 схематично показано підключення компонентів підсистеми, що забезпечують моніторинг здоров'я водія і середовища у якому він перебуває, а у табл. 2.1 наведено перелік основних компонентів підсистеми.

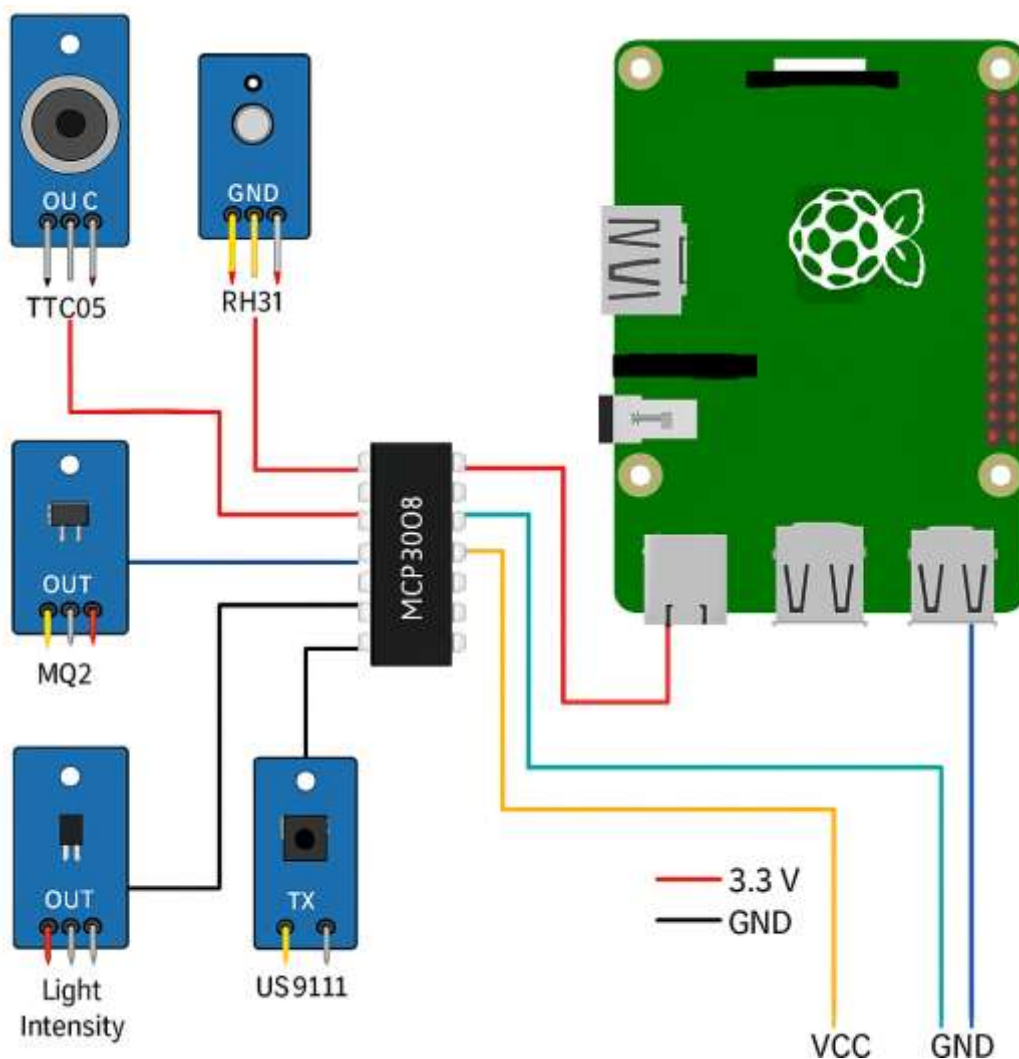


Рисунок 2.6 – Схематичне представлення підключення компонентів підсистеми моніторингу здоров'я водія

Таблиця 2.1 - Призначення компонентів підсистеми моніторингу здоров'я водія та середовища

Компонент	Призначення
Raspberry Pi 3 Model B	Центральний мікроконтролер
MCP3008 або	Аналого-цифровий перетворювач (ADC, 10-біт, 8 каналів, SPI)
TTC05	Датчик температури
RH31	Датчик вологості повітря
MQ2	Сенсор якості повітря (дим, CO, газ)
LM393	Датчик освітленості (цифровий вихід)
US9111	Сенсор артеріального тиску (UART або аналог)

Узагальнену таблицю щодо підключення використовуваних сенсорів до Raspberry Pi 3 Model для системи моніторингу фізіологічного стану водія та параметрів навколишнього середовища наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Підключення сенсорів

Сенсор	Тип сигналу	Підключення	Призначення	Примітки
TTC05	Аналоговий	CH0 MCP3008/PCF859)	Температура	Потребує MCP3008/PCF8591
RH31	Аналоговий	CH1 MCP3008/PCF8591	Вологість	Може мати цифровий вихід
MQ2	Аналоговий	CH2 MCP3008/PCF8591	Газ/дим	Альтернатива: цифровий OUT
LM393	Цифровий	GPIO17 (пін 11)	Освітленість	OUT напряму до GPIO

Сенсор	Тип сигналу	Підключення	Призначення	Примітки
US9111	UART / Аналоговий	GPIO15 (TX) або CH3 (MCP3008/PCF8591)	Тиск	Залежить від моделі датчика

Аналогові сенсори підключаються через 8-канальний аналого-цифровий перетворювач MCP3008/PCF8591, а цифрові сенсори – безпосередньо до GPIO.

Схема підключення аналогово-цифрового перетворювача до Raspberry Pi продемонстрована у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Підключення MCP3008/PCF8591 до Raspberry Pi

Вивід АЦП	GPIO Raspberry Pi	Номер виводу	Функція
VDD / VREF	3.3V	Вивід 1	Живлення MCP
AGND / DGND	GND	Вивід 6	Заземлення
CLK	GPIO11	Вивід 23	Годинниковий сигнал SPI
DOUT (MISO)	GPIO9	Вивід 21	Вивід даних з MCP
DIN (MOSI)	GPIO10	Вивід 19	Ввід даних у MCP
CS / SHDN	GPIO8	Вивід 24	Chip Select

Таким чином, спроектовано підсистему віддаленого моніторингу показників здоров'я водія та стану середовища у кому він перебуває, що дозволяє підвищити рівень його безпеки та значно знизити рівень виникнення небезпечних ситуацій на дорозі.

2.4 Проектування підсистеми віддаленого моніторингу стану транспортного засобу

Підсистему моніторингу технічного стану транспортного засобу системи віддаленого моніторингу можна розглядати як частину більш інтелектуальної системи для прогнозування витрат пального, що базується на зборі даних з багатьох джерел, наприклад, з мобільного пристрою водія та бортових сенсорів автомобіля. Особливу увагу при цьому слід приділити моніторингу індексів стилю керування (наприклад, агресивне прискорення, різке гальмування, швидкі повороти), а також технічним параметрам, що впливають на ефективність роботи автомобіля. На рис. 2.7 зображено функціональну структуру підсистеми моніторингу технічного стану транспортного засобу.

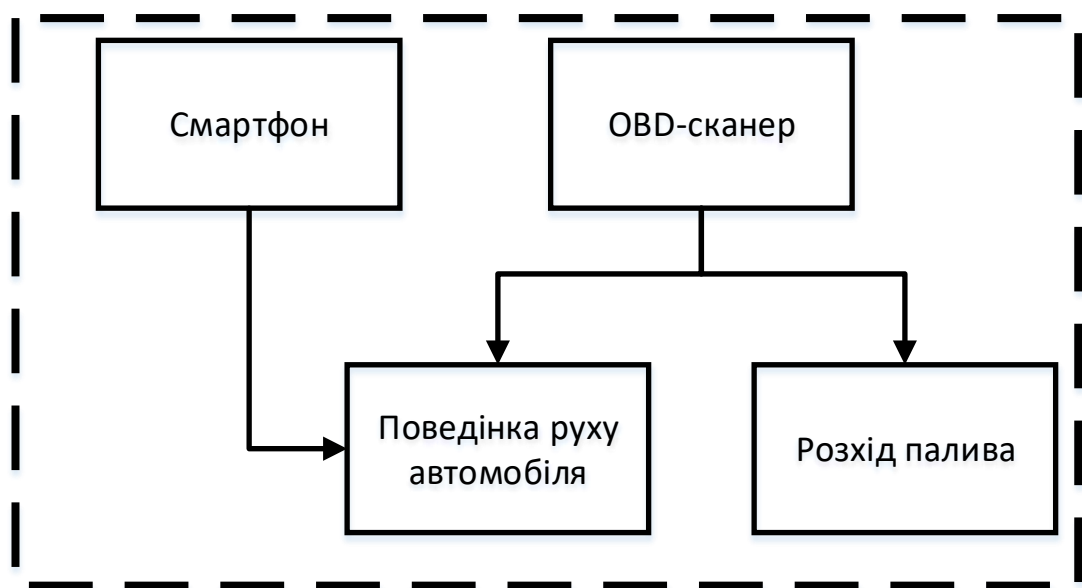


Рисунок 2.7 – Архітектура підсистеми збору інформації в процесі моніторингу технічного стану автомобіля

Систему моніторингу здоров'я водіїв і технічного стану транспортних засобів доцільно реалізовувати на автомобілях таксопарку або службового транспорту, де спостерігається велика варіативність поведінки водіїв і змін у стані транспортного засобу в динаміці. Дані щодо технічного стану авто фіксуються двома каналами:

– за допомогою сенсорів мобільного телефону (GPS, акселерометр, гіроскоп), що забезпечують безперервний контроль за переміщенням, маневрами та швидкісними режимами;

– через OBD-II інтерфейс автомобіля, який надає доступ до технічних показників: витрати пального, обертів двигуна, температури охолоджуючої рідини, тиску в паливній системі, стану АКБ тощо.

Основні етапи побудови підсистеми моніторингу технічного стану транспортних засобів включають в себе збір даних, інтеграцію та аналіз джерел даних, а також в перспективі реалізацію інтелектуальної моделі прогнозування витрат палива. На рис. 2.8 показано детальну схему щодо моніторингу показників технічного стану транспортних засобів.

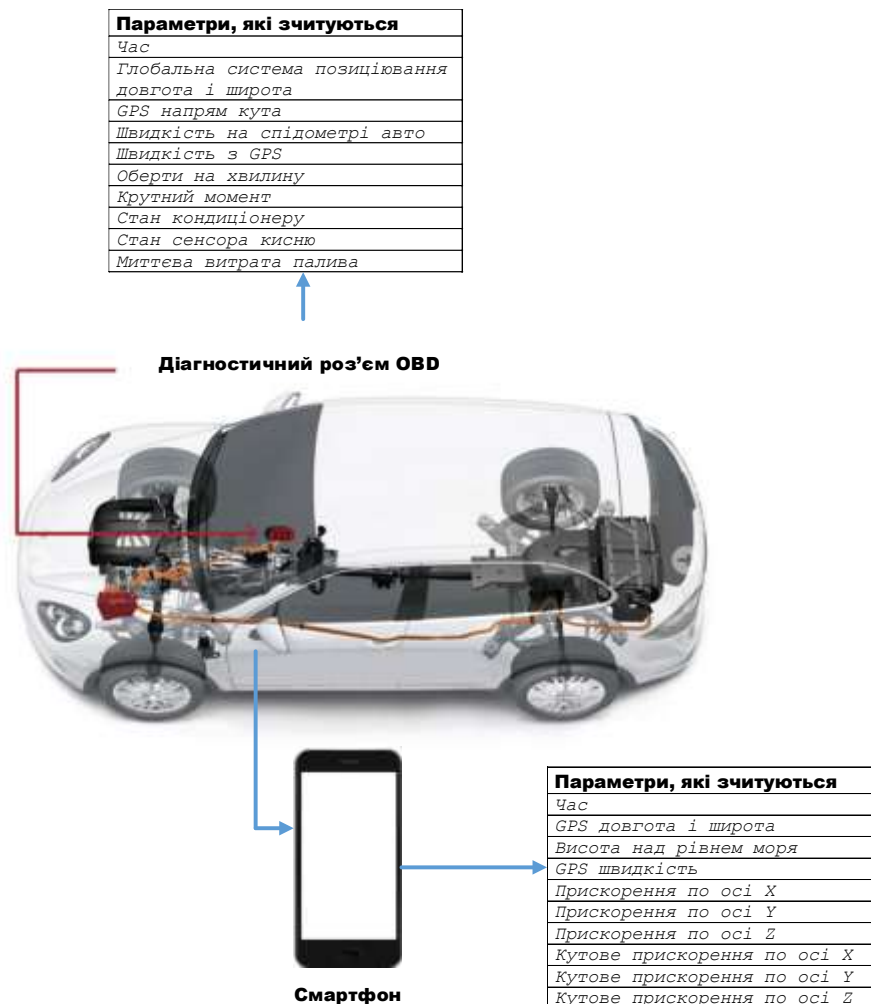


Рисунок 2.8 – Схема джерел і параметрів, що впливають на стан транспортного засобу

Після формування навчальної вибірки із об'єднаних даних, можна застосовувати моделі машинного навчання для прогнозування зношування елементів автомобілів, а також оптимізації витрат палива. Серед потенційних перспективних моделей прогнозування можуть використовуватися:

- нейронні мережі;
- метод опорних векторів;
- випадкові ліси.

Ці моделі дозволять визначати вплив стилю керування та стану систем транспортного засобу на витрати пального і його технічних стан. Результатом є можливість прогнозувати показники витрат палива без підключення до OBD-порту, використовуючи лише мобільні дані, а також ідентифікувати ризики технічної несправності.

Важливо також встановити найбільш значущі параметри із боку водія (агресивність керування, надлишкова швидкість) та з боку транспортного засобу (зношення елементів, некоректна робота систем), які мають найбільший вплив на енергоспоживання та експлуатаційні характеристики (рис. 2.9).

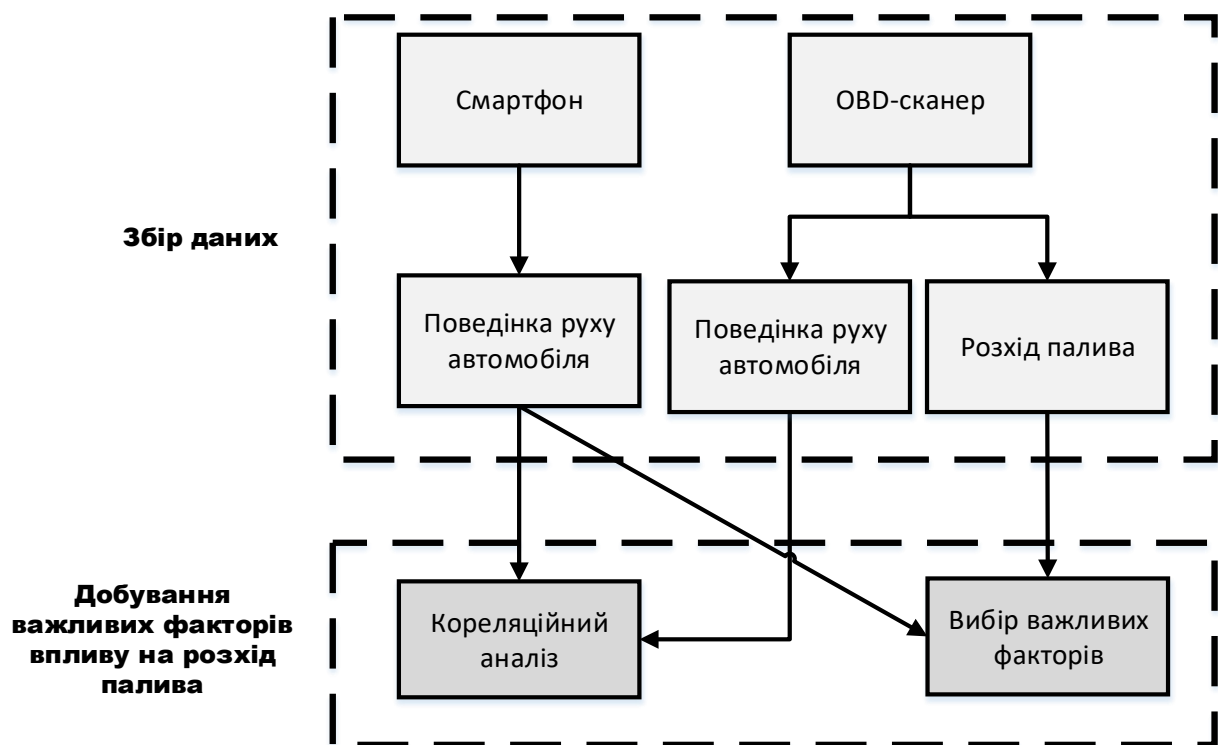


Рисунок 2.9 – Принцип виявлення впливових факторів для побудови прогнозної моделі

Узагальнена структура підсистема моніторингу стану транспортних засобів дозволяє:

- контролювати водія і транспорт одночасно;
- виявляти нераціональне керування;
- запобігати несправностям за рахунок ранньої діагностики технічних параметрів;
- оптимізувати витрати пального для окремих водіїв або автопарку в цілому.

Таке рішення є фундаментом для створення віддалених систем екомоніторингу транспорту, що об'єднують в собі IoT-платформу, машинне навчання та хмарну інфраструктуру.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДСИСТЕМ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ЗДОРОВ'Я ВОДІЇВ І СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

3.1 Реалізація підсистеми моніторингу технічного стану транспортного засобу

Завершивши налаштування підсистем моніторингу здоров'я водія та технічного стану транспортних засобів на апаратному рівні, необхідно реалізувати та налаштування програмне забезпечення для кожної з підсистем. При цьому важливо, що дані в режимі реального часу трансливались у хмарний сервіс. В якості хмарного середовища для зберігання даних пропонується використати Google Cloud Sheets.

При реалізації підсистеми моніторингу технічного стану транспортного засобу необхідно забезпечити:

- комунікацію Raspberry Pi 3 з ELM327 через Bluetooth (RFCOMM);
- зчитування основних діагностичних параметрів (наприклад, швидкість, оберти двигуна);
- відправлення значень показників у хмарний сервіс через HTTP-запит (наприклад, у Firebase, Thingspeak або власний REST API).

Загальний алгоритм, з відображенням основних кроків функціонування роботи підсистеми моніторингу технічного стану транспортних засобів представлено на рис. 3.1. Алгоритм стартує із запуску пристроїв, які за допомогою скрипта ініціалізують відповідні пристрої. Raspberry Pi виконує налаштування необхідних компонентів, зокрема, ініціалізацію Bluetooth-модуля, завантаження драйвера ELM327 та перевірку доступності портів введення/виведення.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз способів та особливостей реалізації систем віддаленого моніторингу показників здоров'я людини і стану		
Розроб.		Міщук І.І.					
Перевір.		Жаровський Р.О.					
Реценз.		Пастух О.А.					
Н. Контр.		Луцик Н.С.					
Затверд.		Осухівська Г.М.					
					Літ.	Арк.	Аркуші
						40	
					ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41		

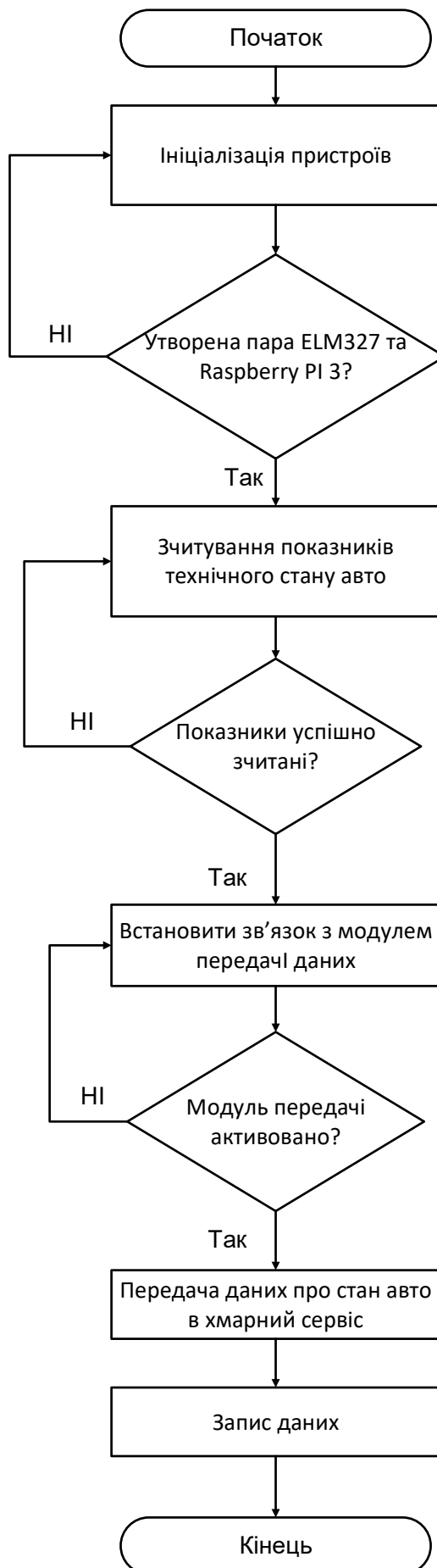


Рисунок 3.1 – Блок схема алгоритму роботи підсистеми моніторингу технічного стану транспортного засобу

Алгоритмом передбачається перевірка Bluetooth-з'єднання (пара ELM327 + Raspberry Pi 3). Якщо пара вже утворена, то відбувається перехід до зчитування показників двигуна автомобіля, якщо ні – відбувається повернення до ініціалізації або очікування підключення.

Серед важливих показників, які зчитує модуль ELM327 через OBD-II інтерфейс потрібно відмітити:

- оберти двигуна (RPM);
- температура охолоджуючої рідини;
- напруга бортової мережі;
- індикатори помилок (MIL, DTC), тощо.

Якщо зчитування виконалось без помилок, то відбувається перехід до наступного кроку алгоритму. Якщо ні, то виконується повторна спроба зчитування або повернення до ініціалізації пристроїв.

Raspberry Pi встановлює з'єднання з мережею через Wi-Fi модуль зв'язку (за наявності відповідного в авто) або GSM-модем і виконує перевірку доступності інтернету. Якщо модуль активний, то здійснюється перехід до передачі даних у хмарне сховище, в іншому випадку виконується спроба повторної ініціалізації пристрою передачі даних.

Зчитані дані з автомобіля передаються через HTTP POST / MQTT у Google Sheets у форматі JSON, де зберігаються у хмарному сховищі для подальшого аналізу та логування, візуалізації на панелі, а також за наявності додаткового функціоналу платформа може генерувати сповіщення або попередження.

Після завершення циклу алгоритм або переходить у режим очікування, або повторюється з новими даними

Розробивши алгоритм роботи підсистеми моніторингу стану транспортного засобу наступний крок полягає у її програмній реалізації та налаштуванні необхідних програмних компонентів.

Першим кроком у програмній реалізації підсистеми є створення Google таблиці (рис. 3.2), заголовками якої є:

- timestamp,
- speed,

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- rpm,
- coolant_temp, t
- hrottle_pos.

	A	B	C	D	E	F
1	timestamp	speed	rpm	coolant_temp	throttle_pos	
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Рисунок 3.2 – Поля Google-таблиці для зберігання значень показників технічного стану авто

Далі потрібно створити Apps Script. Для цього необхідно відкрити «Google Sheets → Extensions → Apps Script» і вставити програмний код, який показано на рис. 3.3.

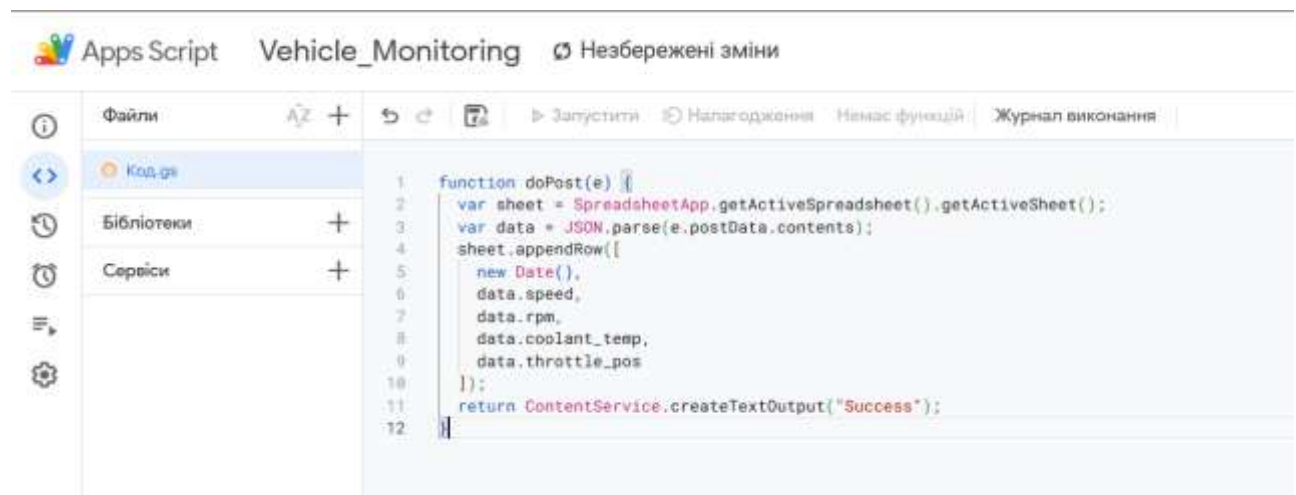


Рисунок 3.3 – Функція запису показників технічного стану авто

Після того, як створено скрипт, представлений на рис. 3.3 потрібно зберегти проєкт і виконати наступну послідовність кроків: "Deploy → "Manage

deployments → New deployment". При цьому параметри повинні відповідати тим, які зображено на рис. 3.4.

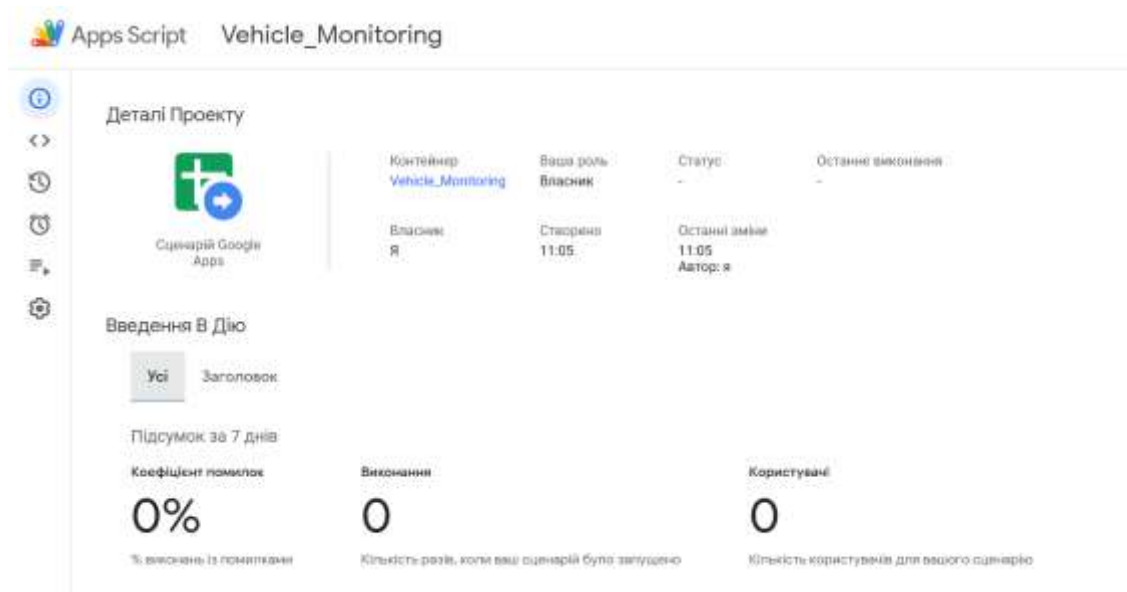


Рисунок 3.4 – Параметри проекту підсистеми моніторингу технічного стану авто

Коли параметри налаштовано потрібно натиснути “Deploy” надавши відповідні дозволи та Скопіюйте URL Web App, оскільки він знадобиться в подальшому при написанні основного скрипта в якості SCRIPT_URL.

Для того, щоб забезпечити функціональність ELM327 та Raspberry PI необхідно проінсталиювати бібліотеки, як показано на рис. 3.5.

```
sudo pip3 install obd requests
```

Рисунок 3.5 – Встановлення бібліотеки для роботи з ELM327

Налаштування Bluetooth комунікації виконується за допомогою команди представленої на рис. 3.6.

```
sudo rfcomm bind /dev/rfcomm0 XX:XX:XX:XX:XX:XX 1
```

Рисунок 3.6 – Налаштування Bluetooth

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Реалізація програмної логіки функціонування підсистеми моніторингу технічного стану автомобіля починається з підключення необхідних бібліотек. У даному випадку, імпорт потрібних бібліотек показано на рис. 3.7.

```
import obd
import requests
import time
from datetime import datetime
```

Рисунок 3.7 – Імпорт бібліотек

Призначення підключених бібліотек:

- obd – офіційна Python-бібліотека для взаємодії з ELM327-адаптерами, що дозволяє виконувати стандартні OBD-II команди;
- requests – бібліотека для HTTP-запитів, у даному випадку забезпечує надсилання POST-запиту до Google Apps Script;
- time – бібліотека, що застосовується для реалізації затримки між циклами збору даних;
- datetime – бібліотека, що забезпечує вивід поточного часу в логах відправки даних.

Для встановлення з'єднання з адаптером ELM327 через Bluetooth-інтерфейс /dev/rfcomm0 необхідно застосувати стрічку програмного коду, яка показана на рис. 3.8.

```
connection = obd.OBD("/dev/rfcomm0")
```

Рисунок 3.8 – Програмне встановлення з'єднання з ELM327

Якщо адаптер уже підключено як серійний порт через rfcomm bind, obd.OBD(), то автоматично використовується цей порт для доступу до OBD-II шини.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення команд для збору даних представлено на рис. 3.9.

```
commands = {  
    "speed": obd.commands.SPEED,  
    "rpm": obd.commands.RPM,  
    "coolant_temp": obd.commands.COOLANT_TEMP,  
    "throttle_pos": obd.commands.THROTTLE_POS  
}
```

Рисунок 3.9 – Команди для збору даних

Як видно з рис. 3.9, команди програмно визначаються у вигляді словника з наступними командами OBD-II:

- SPEED – поточна швидкість транспортного засобу (км/год).
- RPM – оберти двигуна на хвилину.
- COOLANT_TEMP – температура охолоджуючої рідини.
- THROTTLE_POS – відсоток відкриття дросельної заслінки.

Для зчитування OBD-даних реалізовано функцію, яка показана на рис. 3.10.

```
def read_obd_data():  
    data = {}  
    for key, cmd in commands.items():  
        response = connection.query(cmd)  
        data[key] = response.value.magnitude if not response.is_null() else None  
    return data
```

Рисунок 3.10 – Функція для зчитування OBD-даних

Як видно з рис. 3.10 у функції створюється словник data, де ключ – це назва параметра, а значення – числовий результат. Виконання запиту до адаптера забезпечує «connection.query(cmd)».

Повернення числового значення без одиниць вимірювання покладено на «.value.magnitude». Якщо дані відсутні (is_null()), результатом є None.

Для того, щоб відправити дані у хмарний сервіс використовується код, проілюстрований на рис. 3.11.

```
SCRIPT_URL = "https://script.google.com/macros/s/AKfYCb...../exec"
```

Рисунок 3.11 – Оголошення скрипта відправки даних у хмару

Даний URL (рис. 3.11) публічного Web App, який створений через Google Apps Script, що забезпечує прийом POST-запитів з JSON-даними. Функція для відправки повідомлень у Google Sheets продемонстрована на рис. 3.12

```
def send_to_google_sheets(data):  
    try:  
        res = requests.post(SCRIPT_URL, json=data)  
        print(f"[{datetime.now()}] Відправлено: {res.status_code}")  
    except Exception as e:  
        print(f"[ERROR] Помилка відправки: {e}")
```

Рисунок 3.12 – Функція відправки даних у хмару

Як видно з рис. 3.12 функція відправляє словник data на сервер через HTTP POST-запит. Якщо все пройшло успішно, то виводиться статус-код (200 = успіх), а у випадку виникнення помилки – виводиться текст помилки.

Основний цикл роботи підсистеми моніторингу технічного стану транспортного засобу показано на рис. 3.13. Програма працює у нескінченному циклі, виконуючи при цьому наступні команди:

- зчитує OBD-параметри;
- виводить їх у консоль (для моніторингу);
- надсилає у Google таблицю;
- очікує 10 секунд до наступного запиту.

```

if __name__ == "__main__":
    while True:
        obd_data = read_obd_data()
        print("OBD:", obd_data)
        send_to_google_sheets(obd_data)
        time.sleep(10)

```

Рисунок 3.13 – Основний цикл роботи підсистеми

Таким чином, забезпечено програмну реалізацію зчитування та відправлення даних про технічний стан транспортного у хмарний сервіс, що дозволяє забезпечити процес постійного моніторингу та знизити рівень небезпеки виникнення аварійних ситуацій на дорозі.

3.2 Реалізація підсистеми моніторингу здоров'я водія

Програмна розробка підсистеми моніторингу виконується у відповідності до спроектованих схем підключення компонентів та схем електричних принципів, які представлені у розділі 2. Загальний алгоритм роботи підсистеми подібний до алгоритму роботи, представленого на рис. 3.1 з однією відмінністю, що дані зчитується з датчиків, які функціонують через АЦП чи безпосередньо під'єднані до Raspberry PI.

Першим кроком у програмній реалізації, як зазвичай при розробці IoT-систем, є підключення бібліотек для ініціалізації пристроїв та подальшого визначення логіки їх функціонування.

Для ефективної роботи при моніторингу стану здоров'я водія та середовища у якому він перебуває потрібно імпортувати наступні бібліотеки:

- time – модуль для реалізації пауз у циклі (наприклад, sleep(10)).
- board – бібліотека, яка визначає пін SCL/SDA Raspberry Pi (I2C).
- busio – бібліотека для створення інтерфейсу I2C.

– requests – HTTP клієнт для надсилання даних POST-запитом у Google Sheets.

- adafruit_pcf8591 – бібліотека для роботи з АЦП PCF8591;
- PCF8591 – клас модуля;
- AnalogIn – інтерфейс для зчитування з аналогових входів.

На рис. 3.14 продемонстровано імпорт необхідних бібліотек.

```
import time
import board
import busio
import requests
from adafruit_pcf8591.analog_in import AnalogIn
from adafruit_pcf8591.pcf8591 import PCF8591
```

Рисунок 3.14 – Підключення бібліотек підсистеми моніторингу здоров'я водія

Наступним етапом є ініціалізація шини I2C і підключення АЦП. Фрагмент коду для виконання цих операцій продемонстровано на рис. 3.15.

```
i2c = busio.I2C(board.SCL, board.SDA)
pcf = PCF8591(i2c)
```

Рисунок 3.15 – Ініціалізація шини та підключення АЦП

З рис. 3.15 видно, що створюється об'єкт I2C на основі стандартних I2C-виводів Raspberry Pi (SCL/SDA) та ініціалізується об'єкт PCF8591, до якого підключено аналогові сенсори.

Далі потрібно програмно визначити схему підключення сенсорів, яка відповідає їх апаратному підключенню (рис. 3.16), зокрема, каналів PCF8591:

- AIN0 → TTC05 – температура тіла або середовища;
- AIN1 → MQ2 – рівень газу / диму;
- AIN2 → LM393a – рівень освітленості;

– AIN3 → RH31 – вологість навколишнього середовища.

PCF8591 повертає значення в діапазоні 0–255 (8-біт).

```
sensor_temp = AnalogIn(pcf, PCF8591.AIN0)    # TTC05
sensor_gas  = AnalogIn(pcf, PCF8591.AIN1)    # MQ2
sensor_light = AnalogIn(pcf, PCF8591.AIN2)    # LM393
sensor_humidity = AnalogIn(pcf, PCF8591.AIN3) # RH31
```

Рисунок 3.16 – Ініціалізація сенсорів

Для зчитування даних із сенсорів реалізовано функцію, яка представлена на рис. 3.17.

```
def read_sensors():
    data = {
        "temperature": round(sensor_temp.value * 5.0 / 255.0, 2),
        "gas_level": round(sensor_gas.value * 5.0 / 255.0, 2),
        "light_level": round(sensor_light.value * 5.0 / 255.0, 2),
        "humidity": round(sensor_humidity.value * 5.0 / 255.0, 2)
    }
    return data
```

Рисунок 3.17 – Функція зчитування даних із сенсорів моніторингу здоров'я водія

Функція, показана на рис. 3.17 забезпечує:

- зчитування аналогових значень з кожного сенсора;
- масштабування в напругу (0–5 В) із заокругленням до 2 знаків після коми;
- повернення словників data у форматі, який показаний на рис. 3.18.

```
{
  "temperature": 2.63,
  "gas_level": 0.89,
  ...
}
```

Рисунок 3.18 – Формат представлення даних

Функція надсилення даних у Google Sheets реалізована аналогічно до функції надсилення даних про технічний стан автомобіля і показана на рис. 3.19.

```
def send_to_sheets(data):
    try:
        res = requests.post(SCRIPT_URL, json=data)
        print("Data sent:", res.status_code)
    except Exception as e:
        print("Error sending data:", e)
```

Рисунок 3.19 – Функція надсилення даних про здоров'я водія у Google Sheets

Основний цикл скрипта для реалізації моніторингу показників здоров'я водіїв на основі зібраних із сенсорів даних показано на рис. 3.20.

```
if __name__ == "__main__":
    while True:
        sensor_data = read_sensors()
        print("Sensor Readings:", sensor_data)
        send_to_sheets(sensor_data)
        time.sleep(10)
```

Рисунок 3.20 – Основний цикл скрипта моніторингу показників здоров'я водіїв

Таким чином, реалізована програма забезпечує зчитування даних, вивід їх у консоль, надсилення у Google Sheets і перехід в стан очікування протягом 10 секунд до наступного циклу.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аварії з викидом радіоактивних речовин та захист населення від впливу радіації

При виникненні надзвичайної ситуації, зокрема, при аварійному викиданні в атмосферу радіоактивних речовин можливі такі види радіоактивного впливу на населення [17, 18]:

- зовнішнє опромінення при проходженні радіоактивної хмари;
- внутрішнє опромінення при вдиханні радіоактивних аерозолів (інгаляційна небезпека);
- контактне опромінення внаслідок радіоактивного забруднення шкіри і одягу;
- зовнішнє опромінення, зумовлене радіоактивним забрудненням поверхні землі, будівель, споруд та ін.;
- внутрішнє опромінення при використанні забруднених продуктів харчування і води.

Розрахункові дані та результати прямих вимірювань рівня радіації і дози опромінення мають бути основою для вжиття заходів захисту населення від зовнішнього і внутрішнього опромінення, в тому числі й профілактичне застосування стабільного йоду [17].

Основою розробки заходів захисту населення в умовах радіоактивного забруднення при ядерній аварії є рекомендації Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) 1988 р., а також норми радіаційної безпеки України/

Враховуючи рівень радіації, а також прогноз можливих аварійних викидів радіоактивних речовин та метеорологічні дані, приймається рішення про

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз способів та особливостей реалізації систем віддаленого моніторингу показників здоров'я людини і стану		
Розроб.	Міщук І.І.						
Перевір.	Жаровський Р.О.						
Реценз.	Пастух О.А.						
Н. Контр.	Луцик Н.С.						
Затверд.	Осухівська Г.М.						
					Лім.	Арк.	Аркушів
						52	
					ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41		

проведення таких термінових і невідкладних заходів захисту в умовах ранньої фази радіаційної аварії:

- укриття населення;
- обмеження перебування населення на відкритій місцевості;
- евакуація у разі загрози здоров'ю;
- проведення йодової профілактики;
- тимчасова заборона вживання продуктів харчування і води із зони радіоактивного забруднення.

Крім цих заходів у період ранньої і пізньої фази проводяться довгострокові заходи:

- тимчасове відселення;
- евакуація — переселення на постійне місце проживання;
- обмеження вживання води і продуктів харчування забруднених радіоактивними речовинами;
- заходи захисту при виробництві продукції тваринництва, рослинництва і лісогосподарської діяльності;
- дезактивація території і будівель;
- інші заходи: гідрологічні, протиповіневі, обмеження лісокористування, полювання, рибної ловлі, перебування у полі при проведенні сільськогосподарських робіт.

Критерієм для прийняття рішення про заходи захисту населення на ранній і середніх фазах після аварії є дози зовнішнього і внутрішнього опромінення (табл. 4.1) з установленими двома рівнями радіаційного впливу — нижнім і верхнім — згідно з рекомендацією МАГАТЕ і 97Д-2000.

При прогнозованому опроміненні, що не перевершує нижнього рівня, заходи, перелічені в табл. 4.1 не проводяться. Якщо прогнозоване опромінення перевищує нижній рівень, але не досягає верхнього рівня, то проведення вказаних заходів може бути відкладене [18].

Таблиця 4.1 – Критерії для прийняття рішень на ранній фазі розвитку аварії

Захисні заходи	Дозові критерії (прогнозована доза за перші 10 діб), мЗв			
	Все тіло		Окремі органи (легені, щитовидна залоза, шкіра)	
	Нижній рівень	Верхній рівень	Нижній рівень	Верхній рівень
Укриття, захист органів дихання і шкіри	5	50	50	500
Йодова профілактика:				
дорослі	—	—	50*	500*
діти, вагітні жінки	—	—	50*	250*
Евакуація:				
дорослі	50 10	500 50	500 200*	5000 500*
діти, вагітні жінки				

Радіаційний захист населення включає в себе:

- організацію безперервного контролю, виявлення та оцінку радіаційної та хімічної обстановки в районах розміщення радіаційно-небезпечних об'єктів;
- завчасне накопичення, підтримання в готовності і використання при необхідності засобів індивідуального захисту, приладів радіаційної розвідки і контролю;
- створення, виробництво та застосування уніфікованих засобів захисту, приладів і комплектів радіаційної розвідки і дозиметричного контролю;
- придбання населенням у встановленому порядку в особисте користування засобів індивідуального захисту та контролю за використанням їх за призначенням;
- своєчасне впровадження і застосування засобів і методів виявлення та оцінки масштабів і наслідків аварій на радіаційно-небезпечних об'єктах;
- створення і використання на радіаційно-небезпечних об'єктах систем (переважно автоматизованих) контролю обстановки і локальних систем оповіщення;

- розробку і застосування, за необхідності, режимів радіаційного захисту населення і функціонування об'єктів економіки та інфраструктури в умовах забрудненості (зараженості) місцевості;
- завчасне пристосування об'єктів комунально-побутового обслуговування і транспортних підприємств для проведення спеціальної обробки одягу, майна і транспорту, проведенням цієї обробки в умовах аварій;
- навчання населення використання засобів індивідуального захисту і правилам поведінки на забрудненій (зараженої) території.

Радіація на сьогодні є чи не найнебезпечнішим фактором впливу не тільки на людину, але й на усі живі організми на планеті. Підтвердженням цього є аварія на Чорнобильській АЕС, наслідки якої відчують до сьогодні як в Україні, так і за її межами. Дотримання рекомендацій щодо захисту населення від впливу радіації, які проаналізовано вище, дає змогу мінімізувати ризики, пов'язані із загибеллю великої кількості людей, а також зберегти їхнє здоров'я.

4.2 Заходи щодо боротьби з шкідливою дією ультразвуку на організм людини

ДСН 3.3.6.037 – 99 „Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку” визначає допустимі рівні впливу різних видів шуму на організм людини.

Ультразвук представляє собою механічні коливання пружного середовища і відрізняються від звукових хвиль більш високою частотою, що перевищує верхній поріг чутності. Ультразвукові хвилі поширюються в будь-якому пружному середовищі (рідкому, твердому, газоподібному), краще в металах, воді, гірше в повітрі. При проходженні в різних середовищах ультразвукові хвилі по-різному поглинаються ними. Абсорбційні властивості м'язової тканини вище жирової, в сірій мозковій речовині поглинання майже в два рази вище, ніж в білій. Найбільше поглинання спостерігається в кістковій тканині, найменше – в спинномозковій речовині.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поглинання ультразвуку супроводжується нагріванням середовища, причому термічний ефект посилюється з підвищенням частоти коливань. Також при проходженні ультразвуку в рідині виникає ефект кавітації (пароутворення та наступного схлопування бульбашок пари з одночасною конденсацією пара в струмі рідини, що супроводжується шумом та гідравлічними ударами, утворення в рідині порожнин, які заповнюються паром самої рідини). З цим явищем пов'язана механічна дія ультразвуку. Утворення кавітаційних порожнин супроводжується появою на поверхнях електричних зарядів, що викликають люмінесцентне світіння, іонізацію молекул води. З цими явищами пов'язані хімічні ефекти — окислювальна дія ультразвуку, прискорення хімічних реакцій, руйнування органічних сполук [21].

Прояви дії ультразвуку широко використовується в багатьох галузях промисловості для інтенсифікації процесів хімічного травлення, нанесення металевого покриття, очищення, змивання та знежирення деталей і виробів, дефектоскопії (оцінка якості зварних швів, структури сплаву).

За способом передачі від джерела до людини ультразвук поділяють на: повітряний (передається через повітря) та контактний (передається на руки людини, що працює через тверде чи рідинне середовище).

За спектром ультразвук поділяють на: низькочастотний (коливання частотою від $1,2 \times 10^4$ до $1,0 \times 10^6$ Гц, що передаються людині повітряним чи контактним шляхом) та високочастотний (коливання частотою від $1,0 \times 10^5$ до $1,0 \times 10^9$ Гц, що передаються людині тільки контактним шляхом).

Параметрами повітряного ультразвуку, що нормуються у робочій зоні, є рівні звукового тиску в третинооктавних смугах з середньгеометричними частотами 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 63,0; 80,0; 100,0 кГц. Для контактного ультразвуку параметром, що нормується, є пікове значення віброшвидкості в частотному діапазоні від 0,1 МГц до 10,0 МГц або його логарифмічний рівень. Допускається, також, застосовувати як параметр інтенсивність ультразвуку [22].

Ультразвук, так само як і інфразвук, орган слуху людини не сприймає, однак він може спричиняти біль голови, загальну втому, розлади серцево-судинної та нервової систем. При клінічному обстеженні може бути виявлений

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

астенічний синдром. У осіб, що тривалий час зайняті експериментальною роботою на ультразвукових установках, іноді спостерігаються діенцефальні порушення (зниження ваги, різкий підйом вмісту цукру в крові з повільним зниженням до вихідного рівня, підвищення механічного збудження м'язів). Можливі порушення периферичної нервової системи (оніміння, зниження чутливості, гіпергідроз) порушення вестибулярного апарата. Периферичні порушення обумовлені переважно контактним впливом ультразвукових коливань [22].

Заходи щодо зниження шкідливої дії ультразвуку направлені на обмеження впливу шуму та ультразвуку, що передається через повітря, а також контактним засобом.

Для унеможливлення впливу контактного ультразвуку роботи з коливними рідинними середовищами (завантаження, вивантаження) необхідно проводити при вимкненому джерелі ультразвуку або використовувати для цього спеціальні інструменти, що мають ручки з еластичним покриттям, наприклад, гумовим. Як засоби індивідуального захисту використовують протишумові навушники (дія через повітря) та двошарові рукавички із зовнішнім гумовим шаром (контактна дія) [23].

Робітники, які працюють в умовах впливу ультразвуку, підлягають щорічному періодичному медичному огляду з обов'язковим залученням до складу лікарняної комісії невропатолога, офтальмолога, хірурга та проведенням досліджень вібраційної чутливості (за показанням) [23].

Спроектована у кваліфікаційній роботі система віддаленого моніторингу показників здоров'я водіїв і технічного стану транспортних засобів враховує заходи щодо боротьби з негативним впливом ультразвуку. Усі компоненти спроектованої комп'ютеризованої системи відповідають допустим рівням ультразвуку і не генерують негативної дії на організм людини.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи здійснено комплексне дослідження сучасних підходів до побудови комп'ютеризованих систем, призначених для моніторингу фізіологічних параметрів людини, зокрема водія транспортного засобу, а також діагностики технічного стану автомобіля в реальному часі.

Проведений аналіз засвідчив, що інтеграція сенсорних модулів із мікроконтролерами, такими як Raspberry Pi, у поєднанні з можливостями бездротової передачі даних та хмарних сервісів, створює основу для побудови автономних, масштабованих і адаптивних систем, орієнтованих на підвищення безпеки дорожнього руху.

У результаті реалізації поставлених завдань досліджено існуючі рішення та архітектури систем моніторингу здоров'я людини і транспортних засобів. На основі результатів аналізу розроблено структурну та функціональну модель комп'ютерної системи, що поєднує сенсори фізіологічного стану (температура, пульс, тиск) і параметрів навколишнього середовища (вологість, освітлення, якість повітря). Окрім цього, реалізовано механізм зчитування даних з електронного блоку управління автомобіля за стандартом OBD-II із використанням адаптера ELM327.

У роботі створено програмне забезпечення з використанням мови програмування Python, яке забезпечує інтеграцію з Google Sheets через HTTP-запити та дозволяє вести віддалений журнал стану системи.

Запропонована система є гнучкою і компактною з можливістю подальшої модифікації під конкретні потреби: від використання в легковому автотранспорті до впровадження в службові або логістичні автопарки. Наявність модулів самодіагностики та дистанційного збереження даних дозволяє використовувати її як частину більш широкої інфраструктури моніторингу.

Загалом, результати виконаної роботи демонструють практичну цінність та поєднують сучасні технології IoT, комп'ютерний моніторинг та програмні засоби обробки даних для вирішення завдань транспортної та персональної безпеки.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Internet of Things: Principles and Paradigms / R. Buyya, A. V. Dastjerdi. Morgan Kaufmann. 2016. 378 p.
2. A Review on Health Monitoring Systems Using Internet of Things (IoT) Technology / P. S. Patil, S. M. Kamble // International Journal of Scientific Research in Engineering and Management. 2022. Vol. 6, Issue 3. P. 100–106.
3. Raspberry Pi Documentation. URL: <https://www.raspberrypi.org/documentation/> (дата звернення: 03.06.2025 р.).
4. Adafruit PCF8591 ADC Module Documentation. URL: <https://learn.adafruit.com/pcf8591-analog-to-digital-converter> (дата звернення: 04.06.2025 р.).
5. Basha R., Al-Kuwari M. OBD-II and ELM327 Interface: A Complete Guide. Journal of Engineering and Technology. 2020. Vol. 8, No. 2. P. 58–64.
6. SAE International. J1962: Diagnostic Connector and Associated Electrical Interface. 2016. URL: <https://www.sae.org/standards/> (дата звернення: 06.06.2025 р.).
7. Кашуба Ю. В. Системи дистанційного моніторингу на транспорті: принципи побудови та реалізації / Ю. В. Кашуба // Системи управління, навігації та зв'язку. 2022. № 1 (67). С. 22–29.
8. Google Apps Script Documentation. URL: <https://developers.google.com/apps-script> (дата звернення: 05.06.2025 р.).
9. Нікітченко Ю. І., Костюк В. І. IoT-платформи та сенсорні системи у задачах технічного моніторингу . Збірник наукових праць ХНУРЕ. 2021. № 3. С. 45–52.
10. Hasan A. N., Mehta R. K. ESP8266/ESP32 & IoT-Based Remote Health Monitoring: Applications and Future Trends. Advances in Biomedical Engineering. 2023. Vol. 11, No. 4.
11. Palamar A., Palamar M., Osukhivska H. Real-time Health Monitoring Computer System Based on Internet of Medical Things. CEUR Workshop Proceedings, 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

and Applied Problems (ITTAP 2023), Ternopil, Ukraine, Opole, Poland, November 22–24, 2023. Vol. 3628. P. 106-115.

12. Yatsyshyn V., Pastukh O., Palamar A., Zharovsky R. Technology of relational database management systems performance evaluation during computer systems design. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2023. Vol. 109, No 1. P. 54–65.

13. Palamar A., Karpinski M., Palamar M., Osukhivska H., Mytnyk M. Remote Air Pollution Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP 2022), Ternopil, Ukraine, November 22–24, 2022. Vol. 3309. P. 194-204.

14. Погребенник В. Д., Клим Г. І., Бордун І. М., Пташник В. В., Паламар А. М. Системи оперативного контролю інтегральних параметрів водного середовища. Т. 2. Елементи комп'ютерних систем оперативного контролю: колективна монографія. Житомир: Видавничий дім «Бук-Друк», 2021. 180 с

15. Паламар М.І., Стрембіцький М.О., Паламар А.М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.

16. Жаровський Р.О., Луцик Н.С., Осухівська Г.М., Паламар А.М., Луцик Н.С. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для розроблені у відповідності з освітньою програмою «Комп'ютерна інженерія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» галузі знань 12 «Інформаційні технології». Тернопіль, ТНТУ. 2024. 39 с.

17. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший (бакалаврський) / укл. : О. Я. Гурик , І. Б. Окіпний. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 20 с.

18. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. / Т.Є. Стищенко, Г.В. Пронюк, Н.М. Сердюк, І.І. Хондак. Харків: ХНРУЕ, 2018. 336 с.

					КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Київ. 2018.

20. Катренко Л.А., Катренко А.В. Охорона праці в галузі комп'ютингу. Львів: Магнолія-2006. 2012. 544 с.

					<i>КС КРБ 123.215.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

“Затверджую”

Завідувач кафедри КС

_____ Осухівська Г.М.

“ ____ ” _____ 2025 р

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ЗДОРОВ'Я
ВОДІЇВ І СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на 14 листках

Вид робіт:

Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Керівник кваліфікаційної роботи

Студент групи СІ-41

_____ к.т.н., доц. Жаровський Р.О.

_____ Міщук І.І.

« ____ » _____ 2025 р.

« ____ » _____ 2025 р.

Тернопіль 2025

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерна система віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.215.00.00

1.2 Виконавець

Студент групи СІ-41, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Міщук Іван Іванович.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету (№4/7-53 від 27.01.2025 р.)

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 27.01.2025 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 17.06.2025 р.

1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Порядок оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу здійснюється у відповідності до чинних норм та правил ISO, ЕСКД, ЕСПД та ДСТУ.

Пред'явлення проміжних результатів роботи з виконання кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності до графіку, затвердженого керівником роботи.

Попередній захист кваліфікаційної роботи відбувається при готовності роботи на 90% , наявності пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи відбувається шляхом захисту на відповідному засіданні ЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

2 Призначення і цілі створення системи

2.1 Призначення системи

Проектована комп'ютерна система призначена для безперервного моніторингу фізіологічного стану водія та технічних параметрів транспортного засобу з метою підвищення безпеки дорожнього руху, зменшення ризику виникнення критичних ситуацій та своєчасного інформування про потенційні загрози.

Система повинна бути реалізована як сучасне IoT-рішення, що поєднує можливості сенсорної діагностики, модулів збирання та передавання даних, алгоритмів початкової обробки та хмарного збереження з подальшою візуалізацією результатів у режимі реального часу.

Основним завданням системи є виявлення відхилень у показниках здоров'я водія, зокрема, температури тіла, частоти серцевих скорочень, рівня артеріального тиску. Окрім цього, повинна забезпечуватись діагностика таких ключових параметрів автомобіля, як напруга бортової мережі, оберти двигуна, наявність помилок у системі керування, що можуть свідчити про наближення до аварійного стану.

Отримані дані мають фіксуватися за допомогою вбудованих сенсорів та адаптерів типу ELM327, опрацьовуватися на одноплатному комп'ютері (наприклад, Raspberry Pi) і передаватися у хмарне середовище (Google Sheets, Firebase) для централізованого зберігання, аналізу або формування тривожних сигналів.

Ключовою особливістю системи є здатність до інформування водія у режимі реального часу, наприклад, за допомогою синтезованих голосових повідомлень,

повідомлень на екран або інтерфейсу в мобільному застосунку. Це дає змогу водію вчасно зреагувати на погіршення самопочуття або несправність транспортного засобу, а також передати дані до сервісного центру або диспетчера.

Система моніторингу повинна забезпечувати автоматизовану оцінку ризиків, сприяти зниженню навантаження на людину-оператора та створювати передумови для інтеграції в більш широкі системи інтелектуального керування транспортом. Вона може бути впроваджена як у комерційних автопарках, так і в індивідуальних транспортних засобах із підвищеними вимогами до безпеки.

2.2 Мета створення системи

Головною метою створення комп'ютерної системи моніторингу стану здоров'я водія та ключових параметрів стану автомобіля є забезпечення своєчасного виявлення потенційно небезпечних ситуацій, пов'язаних як з фізіологічним станом водія, так і з технічними відхиленнями у роботі транспортного засобу, що може допомогти запобігти дорожньо-транспортним пригодам та критичним збоям у роботі авто.

Система орієнтована на підвищення безпеки дорожнього руху, створення умов для своєчасної діагностики водія і транспортного засобу, а також передачі відповідних даних до хмарного середовища з подальшою обробкою та відображенням у зручному для користувача форматі.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити комплекс таких завдань:

- провести аналіз сучасних технологічних рішень, які використовуються в системах моніторингу водіїв, включаючи методи збору даних, архітектури IoT та засоби хмарного зберігання інформації;
- розробити структурну та функціональну архітектуру комп'ютерної системи, що об'єднує фізіологічні сенсори (температура, пульс, тиск) і датчики середовища (вологість, освітленість, концентрація газів);

- обґрунтувати вибір апаратної бази системи, зокрема мікрокомп'ютера, модуля аналогово-цифрового перетворення, сенсорів вимірювання показників здоров'я, а також адаптера OBDII типу ELM327 для зчитування технічних параметрів авто;
- спроектувати електричну принципову схему підключення основних компонентів до обчислювального модуля з урахуванням особливостей комунікаційних інтерфейсів (GPIO, I2C, UART, Bluetooth);
- реалізувати програмне забезпечення, яке забезпечує зчитування сенсорних даних, їхню обробку, форматування у вигляді JSON і відправлення до Google Sheets або іншого хмарного сервісу;
- провести тестування функціональності системи, оцінити точність, стабільність вимірювань та швидкість оновлення даних в умовах реального використання.

Розроблена система повинна стати компактним, автономним і доступним рішенням, здатним інтегруватися в інфраструктуру сучасного автотранспорту та сприяти зменшенню впливу людського фактору на безпеку руху.

2.3 Характеристика об'єкту

Комп'ютерна система, яка розробляється у кваліфікаційній роботі, є прикладом застосування IoT пристроїв та орієнтована на контроль фізіологічного стану водія і технічного стану транспортного засобу в умовах реальної експлуатації. Запропонована система поєднує в собі функціональні компоненти для зчитування даних, їхньої первинної обробки, збереження та відправки в хмарне середовище, що дає змогу класифікувати її як персональну систему активної безпеки.

Ключовими характеристиками розроблюваної системи є зчитування фізіологічних параметрів водія, моніторинг навколишнього середовища в салоні автомобіля та отримання телеметричних даних автомобіля з електронного блоку управління (напруга, оберти двигуна, коди помилок).

Для реалізації зазначених функцій об'єкт оснащується Raspberry Pi – одноплатним мікрокомп'ютером, який служить центральним вузлом збору та обробки даних. До нього підключаються аналогові сенсори через інтерфейс I2C за допомогою модуля АЦП, цифрові сенсори або модулі Bluetooth для зв'язку з пульсометром або датчиком тиску та адаптер ELM327, який передає дані з OBD-II порту автомобіля через Bluetooth.

Дані, зібрані сенсорами, зчитуються у реальному часі, конвертуються у цифрову форму та передаються через безпроводне з'єднання у хмарний сервіс. Це дозволяє не лише зберігати історію показників, але й реалізовувати алгоритми раннього виявлення відхилень.

Кожен сенсорний показник інтерпретується системою відповідно до заданих порогових значень. У разі виявлення критичних значень або небезпечних трендів система може здійснювати попередження водія через інтерфейс або аудіо-вивід, а також передавати тривожний сигнал до відповідального сервісу або диспетчера.

Живлення системи здійснюється або від бортової мережі, або від автономного акумулятора (павербанк), що забезпечує незалежність роботи при короткочасному зникненні живлення в авто.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Вимоги до комп'ютерної системи моніторингу стану здоров'я водіїв і контролю технічного стану транспортних засобів поділяються на функціональні та нефункціональні.

Функціональні вимоги стосуються апаратного та програмного забезпечення, що реалізує зчитування фізіологічних та телеметричних даних, їх обробку, передачу та відображення в режимі реального часу. Нефункціональні вимоги, у свою чергу,

включають критерії зручності користування, автономності, стабільності, точності, масштабованості та адаптивності до умов експлуатації у транспортному середовищі.

До функціональних вимог, які повинні бути реалізовані у системі належать:

- можливість зчитування показників життєдіяльності водія (пульс, температура, артеріальний тиск) за допомогою фізіологічних сенсорів, підключених до Raspberry Pi через АЦП або Bluetooth;
- здатність визначати параметри мікроклімату в салоні авто (вологість, освітленість, температура, гази) на основі відповідних датчиків;
- можливість зчитування технічного стану транспортного засобу (напруга, оберти двигуна, помилки ECU) через OBD-II адаптер ELM327;
- локальна обробка даних на Raspberry Pi з формуванням структурованих повідомлень у форматі JSON;
- передача даних у хмарне сховище (наприклад, Google Sheets) з періодичністю не більше 10 секунд;
- відображення службової інформації на локальному дисплеї (наприклад, OLED або TFT-екрані);
- можливість голосового попередження про критичні відхилення у стані водія або транспортного засобу через TTS-модуль;
- підтримка роботи в автономному режимі від акумуляторного джерела живлення (наприклад, павербанку);
- реалізація базового локального керування системою через кнопки (ввімкнення/вимкнення, перезапуск, режим тестування).

На програмному рівні повинні бути імплементовані такі вимоги як:

- забезпечення стабільного зчитування сенсорних даних із частотою не менше одного циклу за 2 секунди;
- затримка при передачі даних у хмарне середовище – не більше, ніж 1,5 секунди;
- можливість виявлення перевищень допустимих меж параметрів і генерація попереджень;

- журналювання даних у хронологічному порядку із зазначенням часу, типу показника, відхилення та стану;
- підтримка конфігурації критичних порогів для кожного параметра;
- здатність до автоматичного відновлення роботи після аварійного перезавантаження або втрати живлення;
- модуль самоперевірки при запуску (діагностика підключених сенсорів, з'єднань, наявності Інтернету);
- оптимізація енергоспоживання при роботі в фоновому режимі або при низькому навантаженні;
- можливість додавання нових сенсорів без зміни базової архітектури програмного ядра.

Сукупність вищевказаних вимог дозволяє забезпечити надійну та масштабовану систему, здатну виявляти ризики для здоров'я водія і технічні несправності автомобіля до моменту їхнього переходу в критичну фазу. Система є придатною до використання як в умовах приватного, так і комерційного транспорту.

Для забезпечення надійної взаємодії між апаратними та програмними компонентами системи моніторингу здоров'я водія і стану транспортного засобу необхідно передбачити застосування універсального одноплатного комп'ютера, здатного координувати роботу з різними типами сенсорів. В якості центрального вузла системи використовується Raspberry Pi, який виконує функції збору, попередньої обробки та передачі даних до хмарного сервісу через Wi-Fi-з'єднання.

Сенсори стану навколишнього середовища (температура, вологість, освітленість, гази) підключаються через I2C-шину з використанням аналого-цифрового перетворювача PCF8591, а фізіологічні сенсори (наприклад, пульсометр) — через Bluetooth або цифрові входи. Діагностичний модуль OBD-II під'єднується до Raspberry Pi через Bluetooth-адаптер ELM327. З метою розширення функціоналу система також повинна підтримувати з'єднання з допоміжними модулями (дисплей, кнопки, аудіовихід) через SPI, GPIO або USB, відповідно до вимог сумісності та енергоспоживання.

3.1.1 Вимоги по діагностуванню системи

Діагностування комп'ютерної системи виявлення небезпеки для слабозрячих людей передбачає перевірку коректної роботи як окремих апаратних і програмних компонентів, так і функціонування системи в цілому, з урахуванням типових та аварійних режимів її експлуатації. Діагностика повинна здійснюватися під час ініціалізації системи, а також у процесі її роботи з фіксацією результатів у лог-файлах.

На етапі запуску система має автоматично перевіряти справність основних апаратних вузлів:

- відеокамери (наявність сигналу, доступність об'єктива);
- мікроконтролера (Maixduino) – працездатність основного ядра та периферійних інтерфейсів (UART, SPI, GPIO);
- LCD-дисплея (реагування на тестовий вивід службової інформації);
- аудіосистеми (перевірка звуку через динамік або навушники);
- кнопок керування (виявлення натискань, відгук на сигнали);
- модуля синтезу мовлення (TTS) – правильність перетворення тестового повідомлення.

Особливу увагу при діагностиці слід приділяти перевірці функціональності алгоритмів виявлення та класифікації об'єктів. Для цього повинно передбачатися завантаження контрольного зображення або подача тестового відеопотоку, що містить типові об'єкти (людина, автомобіль, велосипед), з подальшою перевіркою точності та швидкості реагування моделі.

Система також повинна перевіряти наявність з'єднання між її основними модулями (вбудована взаємодія відеомодуля, блоку обробки, модуля виводу). За необхідності (у розширених конфігураціях) діагностується безпроводний зв'язок (Wi-Fi або Bluetooth) між модулями системи.

Таким чином, система діагностики повинна забезпечити повний контроль за працездатністю системи виявлення небезпек для слабозрячих осіб, що є запорукою її стабільної та безпечної експлуатації у реальному середовищі.

3.1.2 Перспективи розвитку, модернізація системи

Серед перспектив подальшого розвитку та модернізації комп'ютерної системи виявлення небезпеки для слабозрячих людей слід насамперед виділити розширення її функціональних можливостей за рахунок інтеграції додаткових модулів і технологій. Зокрема, перспективним є підключення GPS-модуля, що дозволить користувачеві не лише отримувати інформацію про об'єкти у полі зору, а й орієнтуватися у просторі, визначати своє розташування та формувати маршрут до заданої точки призначення.

Ще одним напрямом модернізації є впровадження вібраційного інтерфейсу, який забезпечить дублювання звукових сповіщень у тактильному форматі. Це стане особливо корисним для використання у шумному середовищі або для осіб з поєднаними сенсорними порушеннями (погіршення слуху та зору одночасно).

До потенційних напрямів модернізації також належить впровадження мобільного застосунку, синхронізованого з пристроєм через Bluetooth або Wi-Fi. Такий додаток може відображати детальну інформацію про розпізнані об'єкти, дозволяти змінювати налаштування системи, а також надавати статистику щодо щоденного переміщення користувача, трекінг маршрутів тощо.

У перспективі також можлива масштабована архітектура з підключенням до «розумного міста» або міських серверів — з метою отримання оперативної інформації про аварії, ремонтні роботи чи зміни у дорожньому русі, які можуть впливати на безпеку руху слабозорих осіб.

Усі вищезазначені розширення дозволяють сформувати інтелектуальну навігаційну платформу нового покоління, яка не тільки забезпечить фізичну безпеку користувача, а й підвищить його автономність, впевненість і якість життя у міському середовищі.

3.1.3 Вимоги до надійності системи

Система віддаленого моніторингу здоров'я водія і технічного стану транспортного засобу повинна мати функцію автоматичної діагностики ключових компонентів. На етапі запуску необхідно перевіряти працездатність обчислювального

модуля Raspberry Pi, доступність сенсорів температури, вологості, газів, освітленості (через модуль PCF8591), а також встановлення Bluetooth-з'єднання з адаптером OBD-II. Крім того, має здійснюватися тестовий вивід на дисплей і перевірка зворотного зв'язку з кнопками управління. У разі виявлення збоїв система повинна зафіксувати помилки у лог-файлі та відобразити повідомлення про несправність.

У процесі роботи система повинна регулярно перевіряти надходження актуальних даних від усіх сенсорних модулів та забезпечувати контроль цілісності даних, що надсилаються до хмарного сервісу. Виявлення відхилень, таких як втрата з'єднання, недопустимі значення параметрів або збої у передачі, повинно автоматично реєструватися з можливістю оперативного реагування. Такий підхід дозволяє підтримувати стабільність і надійність функціонування системи в умовах динамічного середовища автомобільного транспорту.

3.1.4 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Комп'ютерна система моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортного засобу повинна забезпечувати безперервне зчитування, обробку та передачу інформації про фізіологічні показники водія (температура, пульс, тиск) та параметри середовища в салоні автомобіля (вологість, температура, якість повітря, освітленість). Крім того, система повинна приймати діагностичні дані з електронного блоку управління автомобіля через адаптер OBD-II та оперативно фіксувати критичні відхилення. Уся інформація повинна оброблятися на мікрокомп'ютері Raspberry Pi та передаватися у хмарне сховище в режимі реального часу.

До основних задач системи належить: обробка аналогових і цифрових сигналів із сенсорів, формування структурованих даних, виведення службової інформації на дисплей, озвучення критичних станів за допомогою голосових повідомлень, а також фіксація подій у лог-файлах. Для зручності користувача передбачено мінімальний набір кнопок для ручного керування. Усі функції мають виконуватись автономно, без участі сторонніх осіб, із заданою точністю, швидкістю реагування та стабільністю у змінних умовах експлуатації.

3.1.5 Вимоги до апаратного забезпечення

Апаратне забезпечення комп'ютерної системи моніторингу повинно забезпечувати стабільну роботу в реальному часі, бути енергоефективним, компактним і придатним до встановлення в обмеженому просторі салону автомобіля. Кожен компонент системи має виконувати визначену функцію та бути сумісним з іншими елементами архітектури. Центральним елементом виступає мікрокомп'ютер Raspberry Pi, який координує роботу сенсорів (температури, вологості, освітленості, якості повітря), обробляє сигнали з адаптера OBD-II, а також забезпечує взаємодію з інтерфейсами виводу даних.

До складу апаратної частини входять: аналого-цифровий перетворювач (наприклад, PCF8591) для зчитування аналогових сенсорів, Bluetooth-модуль для зв'язку з OBD-адаптером, дисплей для виведення службової інформації, акустичний модуль (динамік або навушники) для озвучення критичних повідомлень, а також кнопки для ручного керування. Для автономної роботи використовується акумулятор або зовнішнє живлення типу павербанк. Усі пристрої повинні бути енергоощадними, стійкими до вібрацій та змін зовнішнього середовища, що характерні для умов експлуатації в автомобільному транспорті.

3.1.6 Вимоги до програмного забезпечення

Програмне забезпечення комп'ютерної системи має забезпечувати повну функціональність апаратних модулів, зокрема зчитування даних із сенсорів, обробку сигналів з адаптера OBD-II, передачу результатів у хмарний сервіс, а також підтримку алгоритмів штучного інтелекту для аналізу та інформування. Для цього ПЗ повинно включати модулі збору, обробки, логування та виводу даних, реалізовані мовами програмування C++ та Python. Python-модулі відповідають за взаємодію з Google Sheets через HTTP-запити, а також за формування голосових повідомлень із використанням TTS-системи.

Особливу увагу слід приділити оптимізації ПЗ під обмежені ресурси Raspberry Pi: усі обчислювальні процеси повинні виконуватись із мінімальними затримками.

Програмне середовище має підтримувати автоматичний запуск, базову самодіагностику при включенні та оновлення конфігурації через SD-карту або USB. ПЗ повинно бути адаптивним до зміни апаратного складу системи та підтримувати масштабування — наприклад, у разі додавання нових сенсорів або модулів зв'язку.

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ

Комплект документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
- 1 Архітектура комп'ютерної системи.
- 2 Схема електрична принципова модуля збору показників здоров'я водія
- 3 Схема електрична принципова модуля збору параметрів середовища
- 4 Блок-схема алгоритму роботи комп'ютерної системи.

*Примітка: У комплект документації можуть вноситися міни та доповнення в процесі розробки.

5 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№ Етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1.	Розробка технічного завдання	27.01 – 02.02
2.	Аналіз способів та особливостей реалізації систем віддаленого моніторингу показників здоров'я людини і стану транспортних засобів	03.02-01.03

Продовження табл. 1

№ Етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
3.	Проектування комп'ютерної системи віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів	01.03-27.03
4.	Програмне забезпечення підсистем віддаленого моніторингу здоров'я водіїв і стану транспортних засобів	27.03-05.05
5.	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	05.05-30.05
6.	Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу	30.05-08.06
7.	Перевірка на академічний плагіат, перевірка керівником та консультантами	9.06 – 15.06
8.	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	16.06 – 22.06
9.	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	24.06.2025

6 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи

Під час виконання кваліфікаційної роботи у дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Додаток Б

Перелік елементів

