

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Програмно-технічний засіб керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження
Назва теми

КВРКІ. 240403.24.04.57 ПЗ
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»

Назва

Виконав: студент IV курсу, група KI2-21-4


Підпис


Марк ІВАНЕНКО
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

Юрій ВОЙЧУР
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

Тетяна КИСІЛЬ
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та інформаційних
систем


Підпис

Ольга ПАВЛОВА
Ініціали, прізвище

«9» червня 2025 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
Освітній рівень БАКАЛАВР
Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ
Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Ольга ПАВЛОВА
“ 10 ” 01 2025 р.



ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Марку ІВАНЕНКУ

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Програмно-технічний засіб керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження

Керівник проекту (роботи) Юрій ВОЙЧУР, ДФ

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 07.02.2025 р. №23

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

Огляд традиційних та сучасних методів дистанційного керування транспортними засобами

Проектування програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі gsm модуля sim800l із функцією визначення місцезнаходження

Реалізація програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі gsm модуля sim800l із функцією визначення місцезнаходження

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Структура програмно-технічного засобу та результати симуляції роботи клієнтського пристрою

Схема електрична принципова

Монтажна схема

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Тетяна КИСІЛЬ, доцент кафедри КПС		
Антиплагіат	Андрій НІЧЕПОРУК, доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання « 10 » 01 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2025	ВИКОНАНО
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2025	ВИКОНАНО
3	Робота над розділом 1 – Огляд традиційних та сучасних методів дистанційного керування	01.03.2025	ВИКОНАНО
4	Робота над розділом 2 – Проектування програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі gsm модуля sim8001	01.04.2025	ВИКОНАНО
5	Робота над розділом 3 – Реалізація програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі gsm модуля sim8001 із функцією визначення місцезнаходження	30.04.2025	ВИКОНАНО
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	20.05.2025	ВИКОНАНО
7	Попередній захист ВКР	26.05.2025	ВИКОНАНО
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2025 року	

Студент

Керівник роботи

Підпис

Підпис

Марк ІВАНЕНКО
Ініціали, прізвище

Юрій ВОЙЧУР
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Програмно-технічний засіб керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження».

Автор роботи: *Марк ІВАНЕНКО*

Керівник роботи: *Войчур Юрій Олексійович.*

Пояснювальна записка: *60 с., 22 рис., 2 табл., 3 дод., 55 джерела.*

Графічна частина: 3 креслення.

ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ, ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ, SMS СПОВІЩЕННЯ.

Мета кваліфікаційної роботи: проектування програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження.

Сучасний розвиток технологій бездротового зв'язку, автоматизації та інтелектуальних систем управління відкриває нові можливості для підвищення ефективності та безпеки транспортних засобів. Зокрема, використання GSM-модулів із функцією визначення географічного положення є одним із найбільш перспективних напрямів, оскільки такі пристрої дають змогу реалізувати широкий спектр функцій дистанційного моніторингу та управління автомобілем. Завдяки цьому власники транспортних засобів можуть контролювати їхній стан та місцезнаходження в режимі реального часу, отримувати необхідні сповіщення та навіть здійснювати базові команди управління через мобільний зв'язок.

Таким чином, розробка програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM-модуля SIM800L є актуальним завданням, що відповідає сучасним тенденціям розвитку транспортних технологій, забезпечує покращену безпеку автомобілів і відкриває нові можливості для їхнього дистанційного контролю та управління.


Підпис студента

Дата 05.06.2025

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	4
ВСТУП	5
1 ОГЛЯД ТРАДИЦІЙНИХ ТА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ	7
1.1 Огляд рішень дистанційного керування транспортними засобами через радіочастотні пристрої (RF).....	7
1.2 Огляд рішень дистанційного керування транспортними засобами через супутникові системи контролю (GPS-трекери без інтерактивного керування).....	12
1.3. Аналіз переваг та недоліків відомих рішень.....	17
1.4 Висновки. Постановка задачі.....	20
2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ НА ОСНОВІ GSM МОДУЛЯ SIM800L ІЗ ФУНКЦІЄЮ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ	21
2.1 Встановлення вимог до проєктованого засобу.....	21
2.2 Структура програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L (користувацький пристрій).....	22
2.3 Огляд та вибір апаратних компонентів для проєктованого програмно-технічного засобу.....	26
2.4 Огляд та вибір програмних компонентів для проєктованого програмно-технічного засобу.....	36
2.5 Оцінка вартості апаратних компонентів.....	37
2.6 Висновки.....	38

КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Іваненко М.В.		05.06.24	Програмно-технічний засіб керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження	Літера	Арквш	Арквшів
Перевір.		Войчур Ю.О.		06.06.24			2	60
Н.контр.		Кисіль Т.М.		06.06.24	ХНУ, КІ2-21-4			
Затвер.		Павлова О.О.		06.06.24				

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ НА ОСНОВІ GSM МОДУЛЯ SIM800L ІЗ ФУНКЦІЄЮ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ	39
3.1 Релазція програмно-технічного засобу: апаратна та програмна частини .	39
3.2 Монтажна схема програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження	41
3.3 Схема електрична принципова	43
3.4 Реалізація серверної частини програмно-технічного пристрою.....	47
3.5 Тестування серверної та клієнтської частини й відстеження поточного місцезнаходження транспортного засобу	48
3.6 Реалізація програмного забезпечення для мікроконтролера клієнтського пристрою.....	50
3.7 Тестування клієнтського пристрою.....	54
3.8 Висновки	58
ВИСНОВКИ	59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	61
ДОДАТОК А Копія креслення «Структура програмно-технічного пристрою»....	63
ДОДАТОК Б Копія креслення «Схема електрична принципова»	64
ДОДАТОК В Копія креслення «Монтажна схема».....	65

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

АТЗ – Автономний транспортний засіб

КФС – Кіберфізична система

КС – Комп'ютерна система

ПЗ – Програмне забезпечення

ПЗП – Постійний запам'ятовуючий пристрій

IoT – Internet of Things

NMEA – National Marine Electronics Association

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сучасний розвиток технологій бездротового зв'язку, автоматизації та інтелектуальних систем управління відкриває нові можливості для підвищення ефективності та безпеки транспортних засобів. Зокрема, використання GSM-модулів із функцією визначення географічного положення є одним із найбільш перспективних напрямів, оскільки такі пристрої дають змогу реалізувати широкий спектр функцій дистанційного моніторингу та управління автомобілем. Завдяки цьому власники транспортних засобів можуть контролювати їхній стан та місцезнаходження в режимі реального часу, отримувати необхідні сповіщення та навіть здійснювати базові команди управління через мобільний зв'язок.

Враховуючи постійне збільшення кількості автомобілів на дорогах, посилення вимог до їхньої безпеки, а також зростаючу потребу в ефективних системах контролю та моніторингу, розробка подібних рішень стає дедалі більш актуальною. Інтелектуальні системи на основі GSM-технологій дозволяють не лише запобігати викраденню транспортних засобів, а й покращувати їхню експлуатацію, забезпечуючи власникам і операторам автопарків додатковий рівень контролю та оптимізації використання ресурсів.

Зокрема, GSM-модуль SIM800L, завдяки своїй компактності, широкому функціоналу та підтримці мобільного зв'язку 2G, дозволяє реалізувати такі можливості, як дистанційне увімкнення та вимкнення двигуна, блокування транспортного засобу, а також отримання точних координат його розташування. Впровадження таких систем сприяє підвищенню рівня безпеки транспортних засобів, дозволяє запобігати викраденню автомобілів та оптимізує їх експлуатацію.

Практичне застосування подібних програмно-технічних засобів охоплює широкий спектр галузей. Вони використовуються у системах контролю за службовим транспортом, логістиці, каршерінгу, а також у системах моніторингу особистих автомобілів. Такі рішення можуть стати невід'ємною частиною концепції «розумного транспорту» та IoT-інфраструктури, забезпечуючи

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ефективне керування мобільними об'єктами та інтеграцію з інформаційними сервісами в реальному часі.

Таким чином, розробка програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM-модуля SIM800L є актуальним завданням, що відповідає сучасним тенденціям розвитку транспортних технологій, забезпечує покращену безпеку автомобілів і відкриває нові можливості для їхнього дистанційного контролю та управління.

Метою роботи є проектування програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження.

Об'єктом дослідження є процеси віддаленого керування транспортним засобом на основі GSM модуля та визначення поточного місцезнаходження транспортного засобу.

Предметом дослідження є програмно-технічний засіб керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ТРАДИЦІЙНИХ ТА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ

1.1 Огляд рішень дистанційного керування транспортними засобами через радіочастотні пристрої (RF)

Радіочастотні пристрої (RF) є одним із найдавніших методів дистанційного керування транспортними засобами. Їхня робота базується на передачі сигналів через радіохвилі у певному діапазоні частот. Найпоширенішим прикладом є ключі-пульти для відкривання дверей автомобіля, сигналізації, а також автозапуску двигуна [1-8].

Зокрема ПЧ-модуль керування NH1838 із пультом (рис. 1.1) може бути використаний для локального дистанційного керування мотоциклом, дозволяючи водієві або диспетчеру швидко вмикати або вимикати двигун, блокувати транспорт чи керувати іншими функціями без потреби в мобільному зв'язку. Це забезпечує додатковий рівень зручності та безпеки, особливо в умовах, коли GSM-зв'язок нестабільний або недоступний.

Принцип роботи таких систем полягає в тому, що при натисканні кнопки на пульті генерується зашифрований сигнал, який передається через радіохвилі до приймача, розташованого в автомобілі. Якщо сигнал розпізнається як коректний, виконується відповідна команда – наприклад, відкриваються двері або активується запалювання.

Найбільш популярні системи такого типу використовують частоти 315 МГц або 433 МГц. Однак, попри їхню зручність, традиційні RF-пульти мають ряд недоліків. По-перше, дальність дії зазвичай обмежена десятками або сотнями метрів, що робить їх корисними лише у безпосередній близькості від автомобіля. По-друге, вони схильні до зламів за допомогою перехоплення сигналу та його подальшого відтворення (так звані атаки "replay attack"). Для підвищення безпеки сучасні системи використовують динамічне кодування сигналу, що робить його неможливим для простого копіювання [9].

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 7
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Автозапуск двигуна через RF-технологію є ще одним поширеним варіантом використання. Водій може дистанційно запустити мотор у холодну погоду, не виходячи з дому. Це зручно, особливо в регіонах із суворим кліматом. Однак така система все ще залишається прив'язаною до радіусної зони покриття сигналу та не дає змоги керувати автомобілем на великих відстанях.

Загалом, радіочастотні пристрої залишаються актуальними завдяки своїй простоті, дешевизні та енергоефективності. Але вони вже не відповідають сучасним вимогам до безпеки та можливостей керування транспортними засобами на великих відстанях.



Рисунок 1.1 – ІЧ модуль управління NH1838 з пультом

На сьогоднішній день рішення, що використовують радіочастотної та інфрачервоної технології є досить широко представлені у літературі.

Зокрема автори роботи [1] запропонували систему зв'язку між транспортними засобами, яка використовує радіочастотну (RF) та інфрачервону (IR) технології для зменшення шумового забруднення, спричиненого автомобільними сигналами (рис. 1.2).

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

безпеку дорожнього руху, забезпечуючи ефективну комунікацію між водіями без створення додаткового шуму.

Варто зазначити, що ця система не вимагає втручання в існуючу електроніку автомобіля, оскільки передавачі та приймачі працюють автономно. Це робить її легкою для інтеграції в будь-який транспортний засіб без значних модифікацій.

Автори зазначають, що їхня система може служити заміною традиційних звукових сигналів, сприяючи створенню більш сприятливого акустичного середовища в міських умовах. Вони також пропонують можливість подальшого вдосконалення системи шляхом інтеграції з Інтернетом речей для розширення можливостей комунікації між транспортними засобами.

У роботі [2] автори описують розробку моделі бездротового дистанційно керованого автомобіля, що використовує радіочастотну технологію для передачі сигналів між передавачем і приймачем. Ця система дозволяє передавати різні типи сигналів від передавальної до приймальної сторони, забезпечуючи дистанційне керування об'єктом або пристроєм (рис. 1.3).

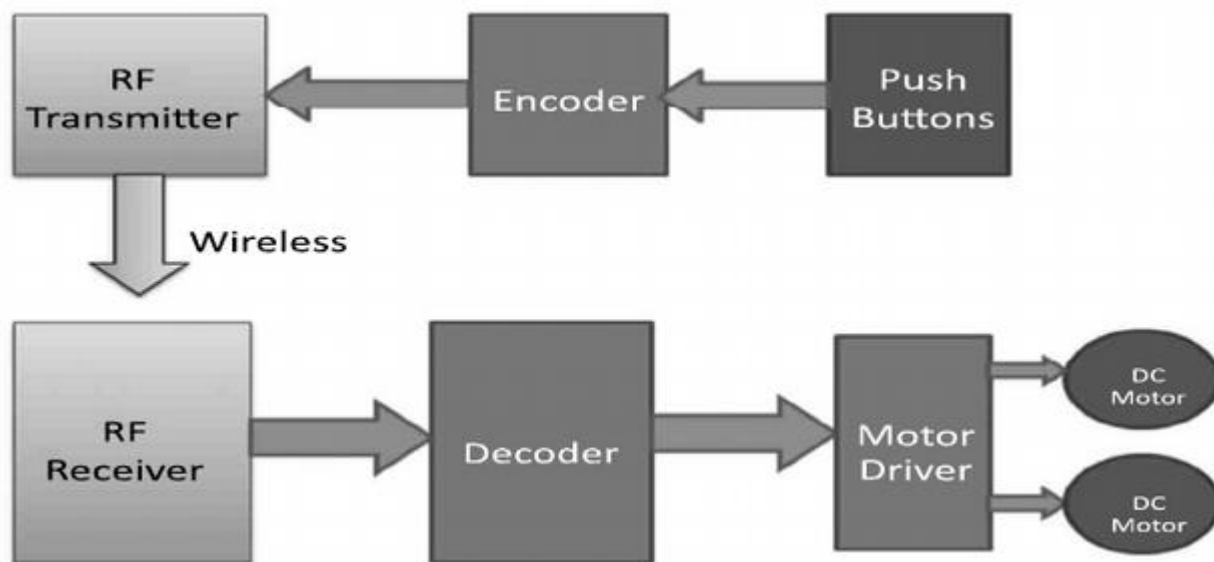


Рисунок 1.3 – Пропонована структурна схема дистанційного керування транспортними засобами [2]

У своїй роботі автори спочатку розробили передавальну частину системи, а потім приймальну. Вони прагнули створити автомобіль, який можна було б

керувати за допомогою бездротової передачі сигналів через пульт дистанційного керування. Цей дистанційно керований автомобіль здатний ефективно працювати як на суші, так і на воді.

Для реалізації системи використовувалися такі компоненти, як радіочастотний передавач і приймач, кодувальні та декодувальні мікросхеми NT12E та NT12D, а також двигуни постійного струму для руху автомобіля. Радіочастотна технологія забезпечує бездротовий зв'язок між пультом керування та автомобілем, що дозволяє передавати команди на відстані.

Запропонована система дистанційного керування автомобілем демонструє можливість ефективного використання радіочастотної технології для бездротового керування транспортними засобами. Це відкриває перспективи для подальших досліджень та розробок у галузі бездротових систем керування, зокрема для застосування в робототехніці та автоматизації.

У статті [3] автори представили систему бездротового дистанційного керування генератором, що використовує радіочастотну (RF) технологію (рис. 1.4). Основною метою роботи є полегшення процесу вмикання та вимикання генераторів, які зазвичай розташовуються на відстані від користувача, наприклад, у задньому дворі або за межами будинку через шум. У звичайних умовах власникам доводиться фізично переміщатися до генератора для його увімкнення або вимкнення, що створює незручності, особливо вночі або за несприятливих погодних умов.

Запропонована система використовує передавач і приймач, що працюють на частоті 435 МГц, для дистанційного керування генератором на відстані до 100 метрів. Передавальна частина складається з пульта, який відправляє сигнал через антену. Приймальна частина, розташована на генераторі, отримує цей сигнал і передає його контролеру. Контролер обробляє отриману інформацію та активує реле, яке виконує функцію перемикача, подаючи або припиняючи живлення генератора.

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 11
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

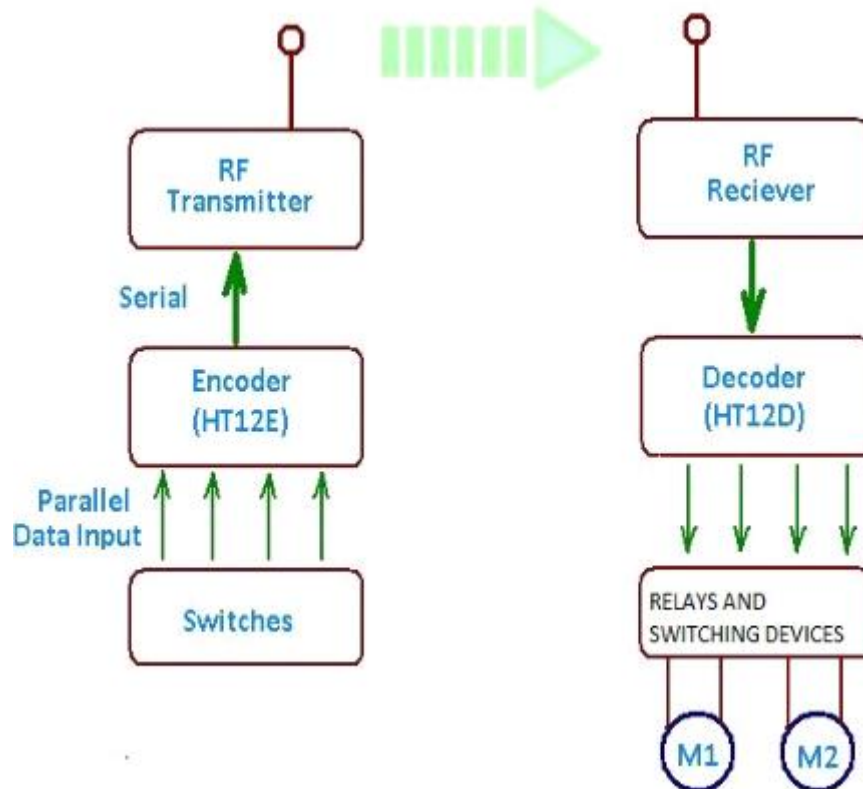


Рисунок 1.4 – Пропонована структурна схема дистанційного керування на основі використання IR технології [3]

Крім основного функціоналу, система була успішно інтегрована з автоматичним перемикачем живлення (changeover switch). Це означає, що після запуску генератора автоматична система зможе переключати навантаження з основного джерела живлення на генератор, що підвищує зручність використання.

1.2 Огляд рішень дистанційного керування транспортними засобами через супутникові системи контролю (GPS-трекери без інтерактивного керування)

GPS-трекери стали невід’ємною частиною сучасних систем моніторингу транспортних засобів. Вони використовуються для відстеження місцезнаходження автомобіля в режимі реального часу та ведення історії його переміщень.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Традиційні GPS-трекери працюють за допомогою глобальної навігаційної системи (GPS), отримуючи дані від супутників і визначаючи точні координати автомобіля (рис. 1.5). Ця інформація передається власнику через мобільну мережу або Інтернет, дозволяючи контролювати місцезнаходження транспорту через веб-інтерфейс або мобільний додаток.



Рисунок 1.5 – GPS трекери для автомобілів

Основний недолік таких систем полягає в тому, що вони не дають можливості безпосереднього впливу на керування автомобілем. Власник може лише переглядати поточні координати, але не має змоги, наприклад, дистанційно зупинити двигун або заблокувати двері. Це обмежує функціональність GPS-моніторингу і робить його більше інструментом спостереження, а не керування.

Попри це, GPS-системи мають значні переваги. Вони працюють у глобальному масштабі, надаючи інформацію про місцезнаходження транспорту практично в будь-якій точці світу. Це особливо корисно для логістичних компаній, які відстежують свої автомобілі, а також для власників, які хочуть контролювати безпеку свого авто [25-35].

Сучасні GPS-трекери можуть інтегруватися з іншими системами, такими як GSM-модулі, що дозволяє не лише отримувати координати, а й надсилати команди на автомобіль, наприклад, для відключення двигуна при угоні. Таким чином, традиційні GPS-трекери без інтерактивного керування поступово

поступаються місцем більш розвиненим рішенням, які поєднують моніторинг із активним контролем.

У статті [4] автори розглянули проблему відволікання водіїв під час керування автомобілем через необхідність взаємодії з навігаційними системами, що може призвести до дорожньо-транспортних пригод. Ця проблема є особливо актуальною для літніх людей та початківців-водіїв. Крім того, у деяких країнах було прийнято закон про дорожній рух, який забороняє водіям переглядати або керувати будь-якими пристроями з відеовідображенням під час руху, що ускладнює використання навігаційних систем.

Для вирішення цієї проблеми автор пропонує та реалізує нову систему, яка дозволяє віддаленій особі керувати навігаційною системою автомобіля від імені водія. У запропонованій системі передбачається використання смартфона водія для спільного доступу до Інтернету з навігаційною системою. Було розроблено та впроваджено необхідний додаток для смартфона та серверну частину, які забезпечують взаємодію між віддаленим оператором та навігаційною системою автомобіля.

У роботі [5] було представлено розробку та впровадження дистанційно керованого автомобіля, що використовує Wi-Fi технологію для керування через комп'ютер або мобільні пристрої.

Метою цього проєкту було розширення обмеженого радіус дії звичайних радіочастотних автомобілів за допомогою Wi-Fi технології, а також створення універсальної технології для автомобілів, яка може використовуватися в повсякденному житті з системою керування.

У процесі реалізації проєкту використовувалися такі апаратні та програмні технології (рис. 1.6): бездротовий модуль ESP8266 для передачі та прийому сигналів, мікроконтролер Arduino Uno для обробки команд, мікросхема драйвера двигуна H-bridge L293D для керування моторами, а також два електричні двигуни постійного струму для руху автомобіля.

					КвРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

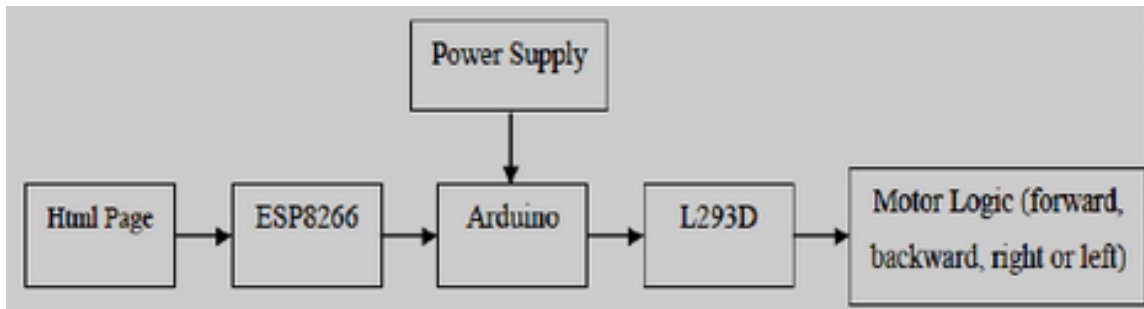


Рисунок 1.6 – Структура пристрою дистанційного керування автомобільною платформою [5]

Результати тестування показали, що автомобіль може виконувати основні маневри, зокрема рухатися вперед і назад, а також повертати ліворуч і праворуч. Керування здійснюється в режимі реального часу через Wi-Fi-з'єднання, а швидкість реакції автомобіля на команди залежить від якості бездротового сигналу. Максимальна відстань, на якій система стабільно працювала, становила приблизно 20 метрів.

Ця розробка демонструє можливості використання Wi-Fi технології для дистанційного керування автомобілями, що може бути корисним для впровадження автоматизованих систем керування в повсякденному житті.

У роботі [6] було представлено новий підхід до дистанційного керування автономним транспортним засобом (АТЗ), який використовує повільні сенсори, такі як камери. Основна проблема, яку вони вирішували, полягала в тому, що повільні сенсори можуть обмежувати швидкість реакції системи керування, що є критичним для безпеки та ефективності руху АТЗ.

Для подолання цієї проблеми автори застосували розширений фільтр Калмана (ЕКФ), який обробляє нелінійності в глобальній моделі АТЗ та об'єднує дані з різних сенсорів для оцінки стану транспортного засобу, зменшуючи вплив шуму. Крім того, ЕКФ включає етап прогнозування стану на h -кроків вперед, що разом із пакетно-орієнтованою стратегією керування дозволяє компенсувати затримки, викликані мережею.

Оскільки позиція АТЗ визначається за допомогою камери, яка є повільним сенсором, для досягнення бажаної динамічної продуктивності системи

керування використовується двошвидкісний контролер. Цей підхід також допомагає зберегти пропускну здатність мережі та вирішує проблему невпорядкованості пакетів даних. Як алгоритм відстеження траєкторії використовується метод "pure pursuit".

Результати застосування показали, що, незважаючи на існуючі проблеми з комунікацією та повільні вимірювання, АТЗ здатний точно слідувати заданому шляху, підтримуючи номінальну продуктивність системи керування. Це демонструє ефективність запропонованого підходу в умовах реальних мережевих обмежень та використання повільних сенсорів.

У статті [7] автори провели детальне дослідження впливу різних методів відеострімінгу та швидкості транспортного засобу на ефективність дистанційного керування. Вони розробили інноваційну систему дистанційного керування, засновану на платформі Robot Operating System (ROS), яка дозволяє передавати відео в реальному часі за допомогою трьох різних підходів: через внутрішню багатокомп'ютерну комунікацію ROS, а також використовуючи два стандартні мережеві протоколи – TCP і UDP (рис. 1.7).

Під час серії експериментів дослідники випробовували систему, керуючи моделлю автомобіля на різних швидкостях і аналізуючи вплив кожного з методів передачі відео на точність руху та продуктивність водія. Одним із ключових показників ефективності було визначення, чи здатен оператор підтримувати автомобіль на заданій траєкторії, враховуючи затримки та якість переданого зображення. Отримані результати продемонстрували, що використання UDP для відеострімінгу дозволяє досягти мінімальної затримки – менше 50 мс при роздільній здатності 720p, що робить цей метод оптимальним для дистанційного керування.

Дослідження також підтвердило, що швидкість руху транспортного засобу має значний вплив на загальну ефективність керування. Було виявлено, що при збільшенні швидкості автомобіля ймовірність помилок керування зростає, особливо у випадках, коли використовуються протоколи з більшою затримкою, такі як TCP. У результаті автори дійшли висновку, що дистанційне керування

транспортними засобами є найбільш ефективним у межах низьких швидкостей руху, оскільки на високих швидкостях навіть мінімальні затримки можуть призводити до втрати контролю та небажаних відхилень від маршруту.

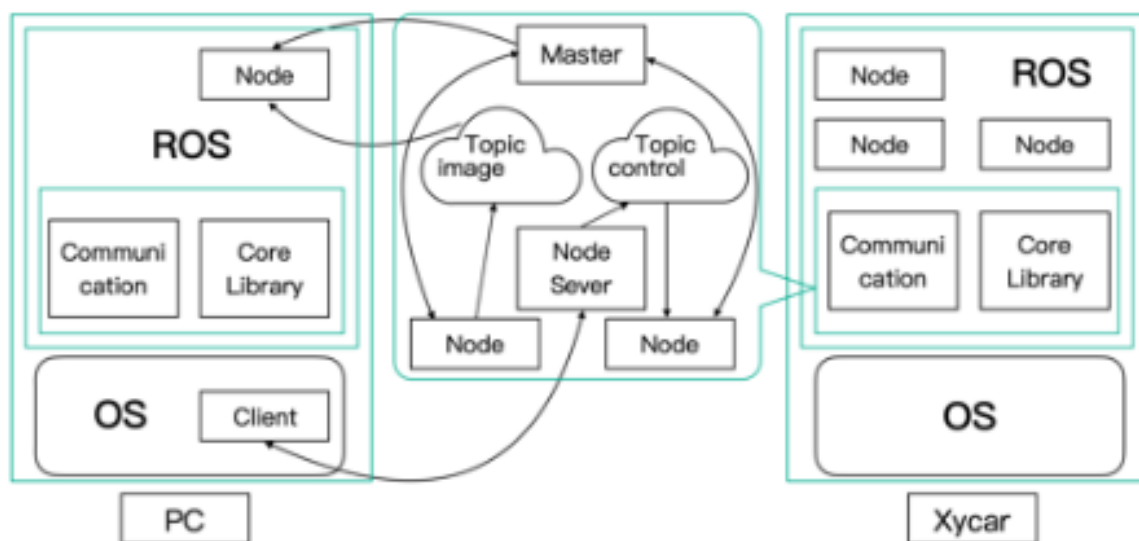


Рисунок 1.7 – Структура пристрою дистанційного керування автомобільною платформою [7]

1.3. Аналіз переваг та недоліків відомих рішень

Останні дослідження у сфері дистанційного керування транспортними засобами продемонстрували широкий спектр підходів і технологій, які використовуються для покращення мобільності, безпеки та зручності керування. Роботи, що були розглянуті, охоплюють різні методи бездротового керування автомобілями та іншими транспортними засобами, використовуючи радіочастотні (RF) технології, інфрачервоне випромінювання (IR), Wi-Fi, відеострімінг у реальному часі та алгоритми обробки даних.

Дослідження, пов'язані з радіочастотним управлінням, довели свою ефективність у створенні надійних систем дистанційного контролю для транспортних засобів. Вони дозволяють здійснювати команди на значній відстані, що особливо корисно у випадках, коли безпосередній фізичний доступ до транспортного засобу ускладнений. Однак такі системи мають суттєві обмеження,

зокрема залежність від дальності дії сигналу, можливі перешкоди у зв'язку та обмежену інтеграцію з сучасними мобільними технологіями.

Системи, що використовують інфрачервону технологію, забезпечують точний контроль на коротких дистанціях, але суттєво обмежені необхідністю прямої видимості між передавачем і приймачем. Це робить їх менш ефективними для використання у складних міських умовах або на великих відстанях.

Дослідження, що включають відеострімінг у реальному часі, дозволяють операторам дистанційно керувати транспортом із візуальним контролем, що підвищує точність маневрування та загальну ефективність системи. Проте такі рішення потребують стабільного з'єднання з мережею та високої пропускну здатності, що може бути проблематичним у зонах зі слабким покриттям або при високих затримках зв'язку.

Системи з використанням алгоритмів обробки даних та прогнозування руху забезпечують високу точність та адаптивність, проте їх реалізація потребує значних обчислювальних ресурсів і складних математичних моделей, що може ускладнювати впровадження у бюджетні варіанти транспортних засобів.

На основі аналізу існуючих досліджень можна зробити висновок про необхідність розробки нової системи керування транспортними засобами, яка поєднуватиме переваги дистанційного керування з можливістю визначення місцезнаходження в режимі реального часу. Запропонований програмно-технічний засіб базуватиметься на використанні GSM-модуля SIM800L, що дозволить здійснювати контроль над транспортом через SMS-команди та мобільний зв'язок.

Запропонована система може значно покращити ефективність і безпеку мотоциклів, що використовуються у службах доставки їжі. Однією з ключових функцій є відстеження маршруту доставки в реальному часі. Власник або диспетчер може отримувати координати мотоцикла через SMS або за допомогою команди "start tracking". Це дозволяє контролювати переміщення транспорту, що допомагає оптимізувати логістику та скорочувати час доставки.

Ще однією важливою можливістю є моніторинг стану мотоцикла. Водій або диспетчер може дізнатися, чи працює двигун, чи вимкнений, використовуючи

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 18
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

команди «start bike» або «stop bike». Це дає змогу своєчасно реагувати на можливі несправності або перевіряти, чи не виникли проблеми під час доставки.

Система також виконує функцію захисту від крадіжки. Завдяки команді «lock bike» можна дистанційно заблокувати мотоцикл, ускладнюючи його викрадення. Якщо транспортний засіб все ж викрали, система дозволяє зупинити двигун і відправити точне місцезнаходження, використовуючи команду "get location".

Ще один важливий аспект – оптимізація маршруту доставки. Завдяки постійному збору даних можна аналізувати найшвидші та найзручніші маршрути, що допоможе службі доставки скоротити час виконання замовлень. Крім того, система дозволяє контролювати використання мотоцикла, запобігаючи його несанкціонованому використанню. Команди «start bike» і «stop bike» дають можливість дистанційно вмикати або вимикати двигун, що може допомогти заощаджувати паливо або електроенергію.

Завдяки пропонованій системі диспетчери можуть оперативнo координувати роботу доставки. Вони отримують актуальну інформацію про місцезнаходження мотоцикла і можуть швидко коригувати маршрути або повідомляти клієнтів про орієнтовний час прибуття кур'єра. Це сприяє більш точному дотриманню термінів доставки, що підвищує якість обслуговування.

Окрім цього, система може сприяти безпеці водія. У разі аварії або несправності вона може відправити сигнал тривоги та передати точні координати. Якщо мотоцикл зупинився або вимкнувся поза запланованим маршрутом, диспетчер може швидко перевірити, чи не сталася надзвичайна ситуація.

Прикладом практичного застосування є контроль маршруту доставки. Диспетчер може отримувати дані про переміщення мотоцикла та за необхідності надсилати команду «stop bike» або «get location». Водії, у свою чергу, можуть використовувати команду «lock bike» після доставки замовлення, щоб запобігти крадіжці транспорту.

Ця система є ефективним рішенням для служби доставки, оскільки вона забезпечує контроль за транспортом, оптимізацію логістики, підвищення безпеки

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 19
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

водіїв і захист від крадіжок. Її впровадження може значно підвищити рівень ефективності роботи служби доставки їжі.

1.4 Висновки. Постановка задачі

Розробка програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM-модуля SIM800L є актуальним завданням, що відповідає сучасним тенденціям розвитку транспортних технологій, забезпечує покращену безпеку автомобілів і відкриває нові можливості для їхнього дистанційного контролю та управління. Такі рішення можуть стати невід'ємною частиною концепції «розумного транспорту» та IoT-інфраструктури, забезпечуючи ефективне керування мобільними об'єктами та інтеграцію з інформаційними сервісами в реальному часі.

Для вирішення поставленого завдання слід виконати ряд кроків:

- 1) виконати дослідження предметної області;
- 2) провести аналіз традиційних та сучасних технологій віддаленого контролю;
- 3) визначити вимоги до проєктованого програмно-технічного пристрою, його обмеження;
- 4) розробити структуру програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження;
- 5) розробити монтажну схему користувачького пристрою;
- 6) розробити схему електричну принципову користувачького пристрою;
- 7) виконати тестування серверної та клієнтської частини й відстеження поточного місцезнаходження транспортного засобу;
- 8) виконати тестування клієнтського пристрою.

2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ НА ОСНОВІ GSM МОДУЛЯ SIM800L ІЗ ФУНКЦІЄЮ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ

2.1 Встановлення вимог до проєктованого засобу

Проєктований програмно-технічний засіб керування транспортним засобом повинен забезпечувати можливість як локального, так і віддаленого контролю за станом двигуна, а також здійснювати моніторинг поточного місцезнаходження. Основною вимогою є інтеграція двох методів управління: через фізичний механізм запалювання, що використовується у стандартних автомобільних системах, та через віддалені команди, які надходять у вигляді SMS-повідомлень через GSM-зв'язок. Це дозволить реалізувати зручний механізм дистанційного керування, що є особливо корисним у випадках, коли необхідно запускати або зупиняти двигун без фізичної присутності користувача.

Для підвищення рівня безпеки транспортного засобу проєктований програмно-технічний засіб повинен передбачати функцію блокування, яка активуватиметься за допомогою SMS-команди. При її отриманні система повинна не тільки вимкнути двигун, якщо він працював на момент надходження команди, але й заблокувати його повторний запуск до моменту введення команди розблокування. Розблокування здійснюватиметься аналогічним чином – через SMS команду, що дозволить знову вмикати двигун, після чого транспортний засіб може бути використаний у стандартному режимі.

Однією з важливих вимог до системи є можливість моніторингу місцезнаходження транспортного засобу в режимі реального часу. Це передбачається реалізувати за допомогою GPS-модуля, який регулярно отримуватиме актуальні координати транспортного засобу. Запит місцезнаходження ініціюватиметься користувачем через відповідну SMS-команду, після чого пристрій визначає поточні координати та відправляє їх у відповідь. Надіслане повідомлення повинно містити не лише числові значення

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 21
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

широти та довготи, але й інтегроване посилання на Google Maps, що дозволить легко відкрити та переглянути розташування транспортного засобу без необхідності ручного введення координат.

Додатково планується передбачити можливість інтеграції отриманих даних із серверною частиною системи. Це забезпечує ще один рівень зручності та функціональності, дозволяючи тим самим не тільки отримувати координати через SMS повідомлення, а й передавати їх на віддалений сервер за допомогою HTTP-запитів. У подальшому це може бути використано для розширення функціональності, зокрема для створення веб-інтерфейсу або мобільного застосунку, що дозволить користувачам переглядати історію переміщень транспортного засобу або налаштовувати додаткові режими роботи.

Загалом, основними вимогами до проєктованого засобу є підтримка двох режимів керування двигуном – локального та дистанційного, можливість блокування та розблокування запуску, а також функція отримання поточних координат транспортного засобу через GPS. Усі ці функції повинні бути реалізовані з урахуванням надійності, швидкодії та безпеки, що забезпечить ефективність роботи системи та її зручність для кінцевого користувача.

2.2 Структура програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L (користувацький пристрій)

Для реалізації поставленої мети та встановлені вимоги запропоновано структуру програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L, який складається із трьох головних компонентів: серверної частини, клієнтської частини та клієнтського пристрою.

Серверна частина відповідає за обробку та зберігання даних, що надходять від клієнтського пристрою. Вона отримує запити на визначення місцезнаходження, обробляє їх та передає дані користувачеві у зручному форматі. Сервер також може зберігати історію переміщень транспортного засобу, що дозволяє відстежувати його маршрути в довгостроковій перспективі.

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 22
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Клієнтська частина виконує роль інтерфейсу між користувачем і системою. Вона забезпечує можливість надсилання команд для керування транспортним засобом, отримання поточних координат та перегляду місцезнаходження на карті. Ця частина може бути реалізована у вигляді веб-додатку або мобільного застосунку, що надає користувачеві доступ до системи з будь-якого пристрою з підключенням до інтернету.

Клієнтський пристрій складається з мікроконтролера, GSM-модуля SIM800L та GPS-модуля, які працюють разом для виконання отриманих команд. Даний пристрій безпосередньо керує двигуном, обробляє запити на блокування та розблокування, а також визначає поточні координати транспортного засобу. Отримані дані можуть передаватися як безпосередньо користувачеві через SMS, так і на сервер для подальшої обробки.

Узагальнену структурну схему програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L подано на рис. 2.1. Представлена схема відображає взаємодію між основними компонентами системи керування транспортним засобом на базі GSM-модуля SIM800L.

Користувач надсилає команди або запити через SMS, які приймає GSM-модуль. Він підключений до мікроконтролера Arduino Nano, який є центральним елементом управління пристроєм. Arduino обробляє отримані команди та відповідно виконує певні дії, такі як визначення місцезнаходження або керування двигуном.

GPS-модуль NEO-6M визначає поточні координати транспортного засобу та передає їх мікроконтролеру, який може надіслати ці дані користувачу через SMS або відправити на сервер для подальшого аналізу та візуалізації на карті.

Система запалювання контролюється через спеціальний датчик, який дозволяє відстежувати стан двигуна. Мікроконтролер може включати або вимикати двигун за командою користувача, що робить систему зручною для дистанційного керування без фізичного доступу до транспортного засобу.

Окремо передбачена можливість підключення до сервера через публічний тунель, що дозволяє інтегрувати систему з локальними серверами та забезпечувати зручне відстеження транспорту в реальному часі.

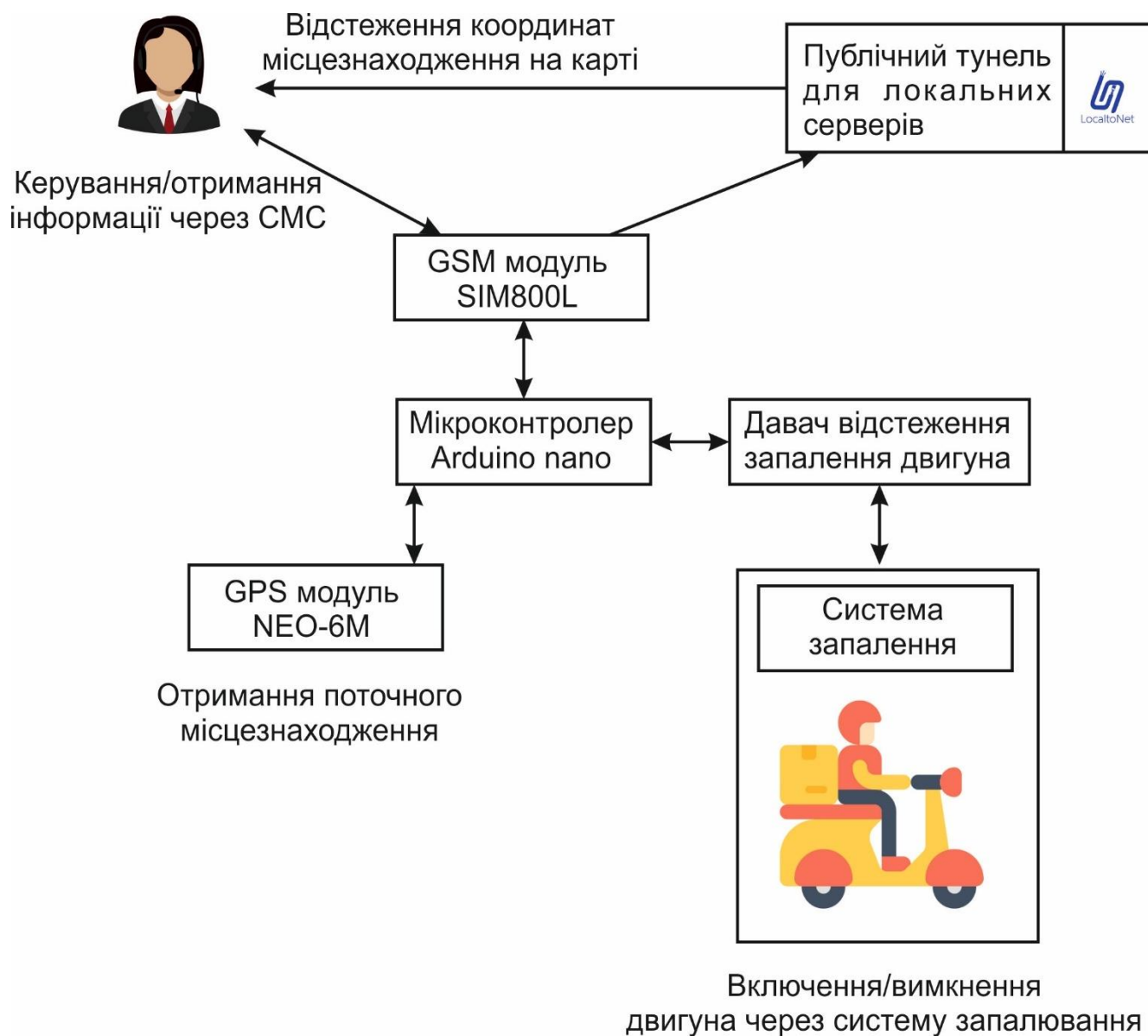


Рисунок 2.1 – Узагальнена структурна схема програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L

Перелік команд у SMS повідомленнях, які доступні користувачу для керування транспортним засобом та визначення поточного місцезнаходження подано у таблиці 2.1

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

Таблиця 2.1 – Перелік команд у SMS повідомленнях, які доступні користувачу для керування транспортним засобом та визначення поточного місцезнаходження

Команда в SMS	Опис дії
start bike	Включення двигуна
stop bike	Вимкнення двигуна
lock bike	Блокування двигуна. Запуск двигуна через механізм запалювання не можливий
unlock bike	Розблокування двигуна. Запуск двигуна через механізм запалювання можливий
get location	Запит місцезнаходження. Користувачу у відповідь надходить SMS повідомлення із поточними координатами місцезнаходження транспортного засобу та посилання на сервір Google maps

Таким чином, запропонована структурна схема дозволяє реалізувати поставлені вимоги, забезпечуючи ефективне дистанційне керування транспортним засобом. Завдяки використанню GSM-зв'язку система отримує та виконує команди користувача в режимі реального часу, що дозволяє запускати або вимикати двигун, а також отримувати інформацію про поточне місцезнаходження транспорту. Інтеграція GPS-модуля дає можливість точно визначати координати, а публічний тунель забезпечує взаємодію з локальними серверами для розширення функціональності.

Окрім того є можливість відстеження у реальному часі поточного місцезнаходження на інтерактивній карті (за допомогою сервісу openstreetmap [9]). Взаємозв'язок між усіма компонентами дозволяє не лише керувати транспортним засобом, а й відстежувати його стан, що підвищує безпеку та зручність використання системи.

2.3 Огляд та вибір апаратних компонентів для проєктованого програмно-технічного засобу

Насупний крок із проєктування запропонованого програмно-технічного засобу передбачає вибір відповідних апаратних компонентів, які забезпечать стабільну роботу та взаємодію всіх модулів. Основна увага приділяється вибору мікроконтролера, модулів зв'язку та навігації, а також додаткових датчиків і виконавчих пристроїв.

Проєктований програмно-технічний засіб включає такий набір основних апаратних компонентів: мікроконтролерну систему Arduino nano, модуль давача gps, модуль давача gsm, модуль реле, двигун, перетворювач напруги та джерело живлення. Окрім того, для коректної роботи всіх компонентів будуть використовуватися додаткові електронні елементи, зокрема транзистори, діоди та резистори, які забезпечуватимуть комутацію, стабілізацію та захист електричних ланцюгів. Розглянемо детальніше процес вибору апаратних компонентів для даного проєктованого програмно-технічного засобу.

Одним із ключових компонентів даного пристрою є мікроконтролерна система, яка відповідає за інтеграцію всіх компонентів пристрою. Для даного проєкту в якості мікроконтролера було обрано Arduino Nano (рис. 2.2).

Однією із важливих переваг цього мікроконтролера є його розмір, що дозволяє здійснити інтеграцію у будь-які мобільні системи, що є критично важливим для встановлення в транспортний засіб. Вона споживає мало енергії, що дозволяє мінімізувати навантаження на живлення бортової системи.

Окрім того Arduino Nano підтримує різні інтерфейси для підключення модулів, зокрема GPS для визначення місцезнаходження та GSM або Wi-Fi для передавання даних, що забезпечує ефективний зв'язок між транспортним засобом і центром керування. Також завдяки використанню мікроконтролера ATmega328P, ця плата має достатню обчислювальну потужність для обробки команд керування та збору даних зі встановлених датчиків.

Ще однією перевагою є простота програмування та велика кількість бібліотек, що спрощує реалізацію алгоритмів керування. Загалом Arduino Nano забезпечує стабільну роботу в умовах вібрації та змін температур, що є важливим для експлуатації у транспортних засобах. Завдяки цим характеристикам вона стає надійним рішенням для створення системи дистанційного керування та моніторингу транспорту.



Рисунок 2.2 – Мікроконтролерна плата Arduino Nano (із вказанням геометричних розмірів)

Загалом мікроконтролерна плата Arduino Nano володіє наступними характеристиками:

- мікроконтролер: ATmega328P;
- тактова частота: 16 МГц;
- оперативна пам'ять (SRAM): 2 КБ;
- пам'ять програм (Flash): 32 КБ (з яких 2 КБ використовуються для завантажувача);
- пам'ять EEPROM: 1 КБ;
- кількість цифрових входів/виходів: 14 (6 з яких підтримують PWM);
- кількість аналогових входів: 8;
- напруга живлення: 5 В;
- робоча напруга входних/вихідних контактів: 5 В;

- максимальний струм на один вхід/вихід: 40 мА;
- інтерфейси зв'язку: UART, I2C, SPI;
- розміри: 17.8 × 43.6 мм.

Іншим важливим компонентом у проєктованому пристрої є GPS-приймач, який дозволяє точно визначати географічні координати, швидкість руху та час. Вибір відповідного модуля має велике значення для коректної роботи системи, особливо якщо пристрій працюватиме в умовах міської забудови або місцевості з обмеженою видимістю неба.

Серед популярних GPS-модулів, які можна інтегрувати в мікроконтролерні системи, варто виділити кілька моделей: Neo-6M, Neo-M8N, Ublox M8030 та Quectel L86. Кожен із цих модулів має свої переваги та особливості. Наприклад, Neo-M8N є більш сучасним рішенням з підтримкою декількох супутникових систем (GPS, GLONASS, Galileo), що підвищує точність позиціонування та швидкість визначення місцезнаходження. Проте він має вищу ціну та споживає більше енергії, що може бути критичним фактором у мобільних та автономних проєктах. Ublox M8030 забезпечує ще кращу точність і чутливість, проте для його використання потрібна складніша інтеграція та налаштування. Модуль Quectel L86 відомий своєю вбудованою флеш-пам'яттю для швидкого збереження останніх координат, але також поступається Neo-6M за співвідношенням ціни та якості.

Враховуючи всі ці фактори, для проєктованої системи було обрано модуль Neo-6M, який пропонує оптимальний баланс між функціональністю, ціною та енергоспоживанням (рис. 2.3). Цей модуль від компанії u-blox має високу чутливість прийому сигналів та ефективне енергоспоживання, що робить його придатним для мобільних пристроїв. Однією з ключових переваг Neo-6M є його здатність працювати навіть у складних умовах – наприклад, у міських районах, де сигнал може відбиватися від будівель, або у місцевостях із частковим перекриттям неба.

Також важливо відзначити, що Neo-6M підтримує стандартний протокол NMEA, що значно спрощує інтеграцію з мікроконтролерними системами, такими як Arduino або ESP32. Його використання не потребує складного налаштування, а

інтерфейс UART забезпечує просте підключення та стабільну передачу даних. Вбудована пам'ять EEPROM дозволяє зберігати конфігурацію навіть після вимкнення живлення, що є додатковою перевагою в автономних системах.



Рисунко 2.3 – GPS модуль Neo-6M (з антеною)

Загалом GPS модуль Neo-6M володіє наступними характеристиками:

- частота оновлення даних: 1 Гц (можливе збільшення до 5 Гц);
- чутливість прийому: до -161 дБм;
- точність визначення координат: до 2,5 м (за сприятливих умов);
- підтримувані супутникові системи: GPS;
- інтерфейс зв'язку: UART (9600-115200 біт/с, за замовчуванням 9600);
- протоколи передачі даних: NMEA, UBX, RTCM;
- живлення: 3,3-5 В;
- енергоспоживання: ~50 мА;
- вбудована пам'ять: EEPROM для збереження налаштувань;
- робоча температура: від -40°C до +85°C;
- додаткові можливості: підтримка зовнішньої антени, швидке визначення місцезнаходження після ввімкнення.

Компактні розміри модуля Neo-6M дозволяють легко інтегрувати його у пристрої для моніторингу транспорту, трекери для відстеження об'єктів або

автономні системи навігації. Крім того, у комплекті постачається спеціальна антена, яка значно покращує якість прийому сигналу та забезпечує точне позиціонування навіть у русі. Завдяки своїм характеристикам Neo-6M є надійним та економічним вибором для проєкту, що потребує точної та стабільної роботи GPS-системи.

У проєктованому пристрої важливу роль відіграє GSM-модуль, який забезпечує бездротовий зв'язок через мобільні мережі. Тому було проведено огляд відомих GSM-модулів, серед яких розглядалися модулі SIM900, SIM808 і SIM800L, кожен із яких має свої особливості.

Модуль SIM900 є досить популярним завдяки стабільній роботі та підтримці GPRS-з'єднання, проте він має великі розміри та відносно високе енергоспоживання, що робить його менш привабливим для компактних пристроїв. SIM808, окрім GSM-зв'язку, містить вбудований GPS-приймач, що може бути корисним у певних проєктах, але для нашого випадку вже використовується окремий високоточний модуль Neo-6M, тому ця функція була надлишковою.

Вибір зупинився на модулі SIM800L, оскільки він є компактным, економічним та енергоефективним рішенням. Попри те, що він працює лише в 2G-мережах, цього достатньо для передачі коротких повідомлень (SMS) або GPRS-з'єднання для надсилання даних у хмару. Низьке споживання енергії дозволяє використовувати його у пристроях, що працюють від акумуляторів, а компактні розміри спрощують інтеграцію у конструкцію. Крім того, SIM800L має простий інтерфейс UART для взаємодії з мікроконтролерами, такими як Arduino або ESP32, що дозволяє легко організувати обмін даними.

Загалом модуль SIM800L володіє наступними характеристиками:

- робоча напруга: від 3.4В до 4.4В (рекомендована – 4В);
- споживаний струм: 0.7 мА у режимі очікування, до 500 мА під час роботи;
- режим зв'язку: підтримка 2G-мереж у діапазонах EGSM900, DCS1800, GSM850, PCS1900;
- потужність передачі: 2 Вт для GSM850 та EGSM900, 1 Вт для DCS1800 та PCS1900;

- інтерфейс зв'язку: UART (максимальна напруга високого рівня – 2.8В, швидкість передачі – від 1200 до 115200 бод);
- підтримувані протоколи: GSM 07.10, AT-команди (3GPP TS 27.007, 27.005 та розширені команди SIMCOM);
- мережеві функції: передача та прийом GPRS-даних (TCP/IP, HTTP), підтримка USSD-запитів та PAP (протокол ідентифікації пароля);
- передача даних: швидкість до 85.6 Кбод, кодування CS-1, CS-2, CS-3, CS-4;
- додаткові можливості: підтримка годинника реального часу (RTC), автоматичне визначення швидкості AT-команд;
- звуковий інтерфейс: підтримка електретного мікрофона та динаміка з опором 8 Ом;
- сумісність із SIM-картами: підтримує SIM-карти з напругою 3В та 1.8В;
- робочий температурний діапазон: від -30°C до +75°C;
- габарити модуля: 25 × 25 мм.

Таким чином завдяки цим характеристикам SIM800L став оптимальним вибором для реалізації мобільного зв'язку в проекті, забезпечуючи стабільну передачу даних при мінімальних апаратних витратах і енергоспоживанні.

Для забезпечення стабільного живлення у проектованому пристрої був обраний модуль на базі перетворювача напруги LM2596. Цей модуль є ефективним імпульсним (step-down) регулятором, що дозволяє перетворювати вхідну напругу на нижчу стабільну напругу для живлення мікроконтролерів, датчиків та інших електронних компонентів (рис. 2.4).

На відміну від лінійних стабілізаторів, таких як наприклад LM7805, які перетворюють зайву напругу у тепло, модуль LM2596 працює за принципом широтно-імпульсної модуляції (ШІМ), що забезпечує високий коефіцієнт корисної дії (до 90%) та зменшує втрати енергії. Це особливо важливо у мобільних та автономних системах, де енергоефективність має критичне значення.

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 31
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.4 – Модуль перетворювача напруги LM2596

Загалом модуль перетворювача напруги LM2596 володіє наступними характеристиками:

- вхідна напруга: від 4В до 40В
- вихідна напруга: регульована від 1.25В до 35В
- максимальний вихідний струм: до 3А
- коефіцієнт корисної дії: до 90%
- частота перетворення: 150 кГц
- тип регулятора: імпульсний (step-down, buck converter)
- захисти: від перегріву, перевантаження та короткого замикання
- метод налаштування: змінний резистор для регулювання вихідної напруги
- робоча температура: від -40°C до +85°C
- габарити модуля: приблизно 45 × 20 мм

Однією з головних переваг LM2596 є простота використання: він має вбудований регулятор напруги, що дозволяє легко налаштувати вихідну напругу за допомогою змінного резистора. Діапазон вихідної напруги регулюється від 1.25В до 35В, що робить модуль універсальним для широкого спектра пристроїв.

При проєктуванні програмно-технічного пристрою розглядалися й інші перетворювачі напруги, зокрема AMS1117, XL4015 та LM7805. Проте в контексті проєктованого пристрою було відмічено так їх недоліки:

- AMS1117 має низький ККД та обмежену потужність (до 1А), що не підходить для живлення модулів з високим споживанням струму.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

– XL4015 є більш потужним аналогом LM2596, проте він має більші габарити, що робить його менш зручним у компактних пристроях.

– лінійні стабілізатори (LM7805) мають значні теплові втрати та неефективні при значному перепаді напруги.

Таким чином, LM2596 був обраний через оптимальне поєднання компактності, енергоефективності, гнучкості у налаштуванні вихідної напруги та достатньої потужності для використання у проєкті.

Для комутації навантажень у проєктованому пристрої було обрано електромеханічне реле SRD-12VDC-SL-C (рис. 2.5). Це компактний і надійний компонент, що забезпечує ізольоване керування електричними ланцюгами, дозволяючи безпечно вмикати та вимикати пристрої з вищими струмами та напругами, ніж ті, які може комутувати мікроконтролер.



Рисунок 2.5 – Реле srd-12vdc-sl-c

Основний принцип роботи SRD-12VDC-SL-C полягає у використанні котушки з робочою напругою 12В, яка при подачі напруги створює електромагнітне поле, що перемикає контакти. Це дає змогу керувати потужними навантаженнями за допомогою слабкострумових мікроконтролерів, таких як Arduino, ESP32 або Raspberry Pi.

На відміну від твердотільних реле, SRD-12VDC-SL-C забезпечує повну електричну ізоляцію між керуючою та комутованою частинами, що підвищує

безпеку роботи пристрою та зменшує ризик пошкодження мікроконтролера у разі перевантаження.

Загалом твердотільне реле SRD-12VDC-SL-C володіє наступними характеристиками:

- робоча напруга котушки: 12В;
- струм спрацьовування: приблизно 30 мА;
- тип реле: електромеханічне;
- конфігурація контактів: SPDT (Single Pole Double Throw) – одна група контактів (NO/NC);
- навантаження (комутована напруга і струм): до 10А при 250V AC та до 10А при 30V DC;
- електрична ізоляція між котушкою та контактами: понад 5 кОм;
- час спрацьовування: <10 мс;
- час відпускання: <5 мс;
- температурний діапазон: від -40°C до +85°C;
- габарити: приблизно 19 × 15 × 15 мм.

Варто відзначити, при розгляді питання підбору апаратних компонентів розглядалися й інші пристрої комутації високих навантажень, проте було виокремлено їх недоліки:

- транзистори (наприклад, TIP120 або IRF540N) підходять для швидкого комутування, але не забезпечують повної ізоляції між високовольтною частиною та мікроконтролером;
- MOSFET-и більш ефективні для керування постійним струмом, але для змінного струму їх використання ускладнюється;
- твердотільні реле (SSR) працюють без механічних контактів, проте вони дорожчі та можуть мати невеликий витік струму у вимкненому стані.

Тому, з огляду на це, завдяки оптимальному поєднанню компактності, доступності, ізоляції та надійності, саме SRD-12VDC-SL-C був обраний для керування навантаженнями у проєкті.

					КвРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 34
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Для живлення запропонованого програмно-технічного пристрою пропонується обрати літій-полімерний акумулятор (рис. 2.6). Цей літій-полімерний акумулятор має ємність 5200 мА·год і напругу 11.1 В (3S), що означає, що він складається з трьох послідовно з'єднаних елементів, кожен із яких має номінальну напругу 3.7 В. При повному заряді його напруга може досягати 12.6 В, а при розряді не повинна опускатися нижче 9 В, щоб уникнути пошкодження.

Акумулятор має високу енергоємність і компактні розміри, що робить його ідеальним для живлення електроніки, такої як Arduino, GSM і GPS-модулі. Проте для стабільного живлення 9 В знадобиться DC-DC перетворювач, який понизить напругу до необхідного рівня. Літій-полімерні батареї потребують дбайливого поводження, тому важливо використовувати BMS (Battery Management System) або зарядний пристрій із балансуванням, щоб уникнути перезаряду чи надмірного розряду.

Завдяки великій ємності 5200 мА·год, такий акумулятор забезпечить тривалу автономну роботу пристрою, що особливо важливо для мобільних або бездротових проєктів.



Рисунок 2.6 – Літій-полімерний акумулятор ємністю 5200 мА·год і напругою 11.1 В (3S)

Таким чином у процесі вибору апаратних компонентів для проєкту було враховано такі критерії, як енергоефективність, надійність, компактність і

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 35
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

сумісність із мікроконтролерною системою. Обрані модулі, зокрема GPS Neo-6M, GSM SIM800L, перетворювач напруги LM2596 та реле SRD-12VDC-SL-C, забезпечують стабільну роботу пристрою, ефективну передачу даних і можливість дистанційного керування транспортним засобом.

2.4 Огляд та вибір програмних компонентів для проєктованого програмно-технічного засобу

Для реалізації програмної частини проєкту було обрано технології, які забезпечують стабільну роботу, швидку обробку даних та зручну взаємодію з користувачем.

Основою серверної частини виступає Node.js – це середовище виконання JavaScript, яке дозволяє ефективно працювати з асинхронними операціями, що особливо важливо для обробки запитів у реальному часі. Завдяки своїй подієвій моделі та неблокуючій архітектурі, Node.js забезпечує швидку взаємодію між пристроєм і сервером, що критично для роботи із системами моніторингу та керування транспортними засобами.

Для створення веб-сервера використовується Express – мінімалістичний, але гнучкий фреймворк для Node.js, який спрощує розробку серверної логіки, управління маршрутами та обробку запитів. З використанням Express досить можна легко реалізувати API для обміну даними між мікроконтролерним пристроєм, базою даних і веб-інтерфейсом користувача. Це дозволяє відправляти та отримувати координати транспортного засобу, надсилати команди керування та обробляти події в реальному часі.

Для візуалізації місцезнаходження транспортного засобу пропонується використати OpenStreetMap – відкритий картографічний сервіс, який надає доступ до географічних даних без необхідності використання комерційних рішень. Використовуючи OpenStreetMap, можна інтегрувати інтерактивну карту, на якій у режимі реального часу відображається місце розташування об'єкта. Це дозволяє

користувачеві не лише отримувати актуальні координати, а й переглядати маршрут руху, зону перебування та аналізувати історію поїздок.

2.5 Оцінка вартості апаратних компонентів

Таким чином, після проектування структури програмно-технічного засобу та аналізу й вибору апаратних компонентів наступний крок є оцінка вартості цих компонентів. Оцінку вартості апаратних компонентів подано у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Оцінка вартості апаратних компонентів

№	Назва компоненту	Вартість одиниці, грн	Кількість компонентів, од	Загальна вартість, грн
1	Мікроконтролер Arduino Nano	190	1	190
2	GSM модуль SIM900L	170	1	170
3	GPS модуль neo-6m	170	1	170
4	Модуль реле Songle SRD-12VDC-SL-C (одноканальний)	30	1	30
5	Понижуючий перетворювач напруги LM2596	35	1	35
6	Акумулятор літій-полімерний 5200mAh 11.1V 3S	1200	1	1200
7	Додаткові компоненти (резистори, транзистори, діоди)	20	-	20
Разом				1815 грн

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ

Арк.
37

2.6 Висновки

У результаті проведено аналіз та встановлено вимоги до проєктованого програмно-технічного засобу для керування транспортним засобом на основі GSM-модуля SIM800L з інтегрованою функцією визначення місцезнаходження. Основні функціональні вимоги до пристрою включають можливість дистанційного керування транспортним засобом, а саме: увімкнення та вимкнення двигуна як за допомогою фізичного ключа, так і через SMS-команди, блокування та розблокування транспортного засобу через SMS-запити, а також визначення його поточного місцезнаходження із передачею координат у відповідь на запит. Окрім цього, передбачено можливість інтеграції із картографічним сервісом для візуального відображення реального розташування транспортного засобу на інтерактивній карті, що забезпечує зручний моніторинг та контроль.

З метою реалізації цих функцій було запропоновано структурну схему пристрою, яка поєднує апаратні та програмні компоненти для забезпечення стабільної та ефективної роботи системи. Проведено детальний аналіз доступних варіантів компонентів, оцінено їх технічні характеристики, сумісність та відповідність поставленим вимогам. На основі отриманих результатів здійснено обґрунтований вибір апаратних модулів, які забезпечують надійність, ефективність та енергозбереження пристрою, а також сприяють його компактності та зручності в інтеграції у транспортні засоби.

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк.
						38
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ НА ОСНОВІ GSM МОДУЛЯ SIM800L ІЗ ФУНКЦІЄЮ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ

3.1 Релазція програмно-технічного засобу: апаратна та програмна частини

Спроектований програмно-технічний засіб є інтегрованою системою, що поєднує апаратну та програмну частини для ефективного керування двигуном, як віддалено (через команди у смс) так і локально (запуск двигуна через запалювання), а також забезпечує моніторинг місцезнаходження транспортного засобу. Схематичне пожання програмно-апаратної реалізації спроектованого пристрою керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження зображено на рис. 3.1.

Система побудована на клієнт-серверній архітектурі, у якій виділено три частини: серверну, клієнтську та клієнтські пристрій.

Серверна частина, розроблена на платформі Node.js з використанням Express та Socket.IO, обробляє дані в реальному часі, такі як координати від клієнтського пристрою, і передає ці оновлення клієнтам. Апаратна частина представляє клієнтський пристрій з мікроконтролером Arduino Nano, що включає модулі GPS для визначення місцезнаходження та GSM для прийому команд через SMS. Для безпечного доступу через Інтернет використовується Localtonet, що дозволяє без додаткових налаштувань портів чи VPN з'єднати локальну систему з сервером. Взаємодія між клієнтом та сервером здійснюється за протоколом HTTP, тоді всередині клієнтського пристрою, взаємодія між Arduino nano та GSM і GPS модулями через послідовний інтерфейс UART.

Програмна частина реалізує функціональність системи через команди управління, що надсилаються за допомогою SMS або через серверну платформу. Основними функціями пристрою є: запуск та зупинка двигуна (через SMS або ключ), блокування та розблокування запуску двигуна, отримання поточних

координат через команду (через смс) та можливість безперервного відстеження місцезнаходження транспортного засобу.

Апаратна частина системи базується на мікроконтролерній платформі Arduino Nano, яка забезпечує керування всіма підключеними модулями. Основними компонентами є модуль GPS, що визначає координати пристрою, та модуль GSM, який дозволяє передавати команди управління через SMS. Крім цього, використовується модуль реле для комутації електричних ланцюгів та керування двигуном. Для живлення пристрою застосовується перетворювач напруги, що адаптує рівень напруги відповідно до вимог електронних компонентів, а також джерело живлення, яке забезпечує стабільну роботу системи.

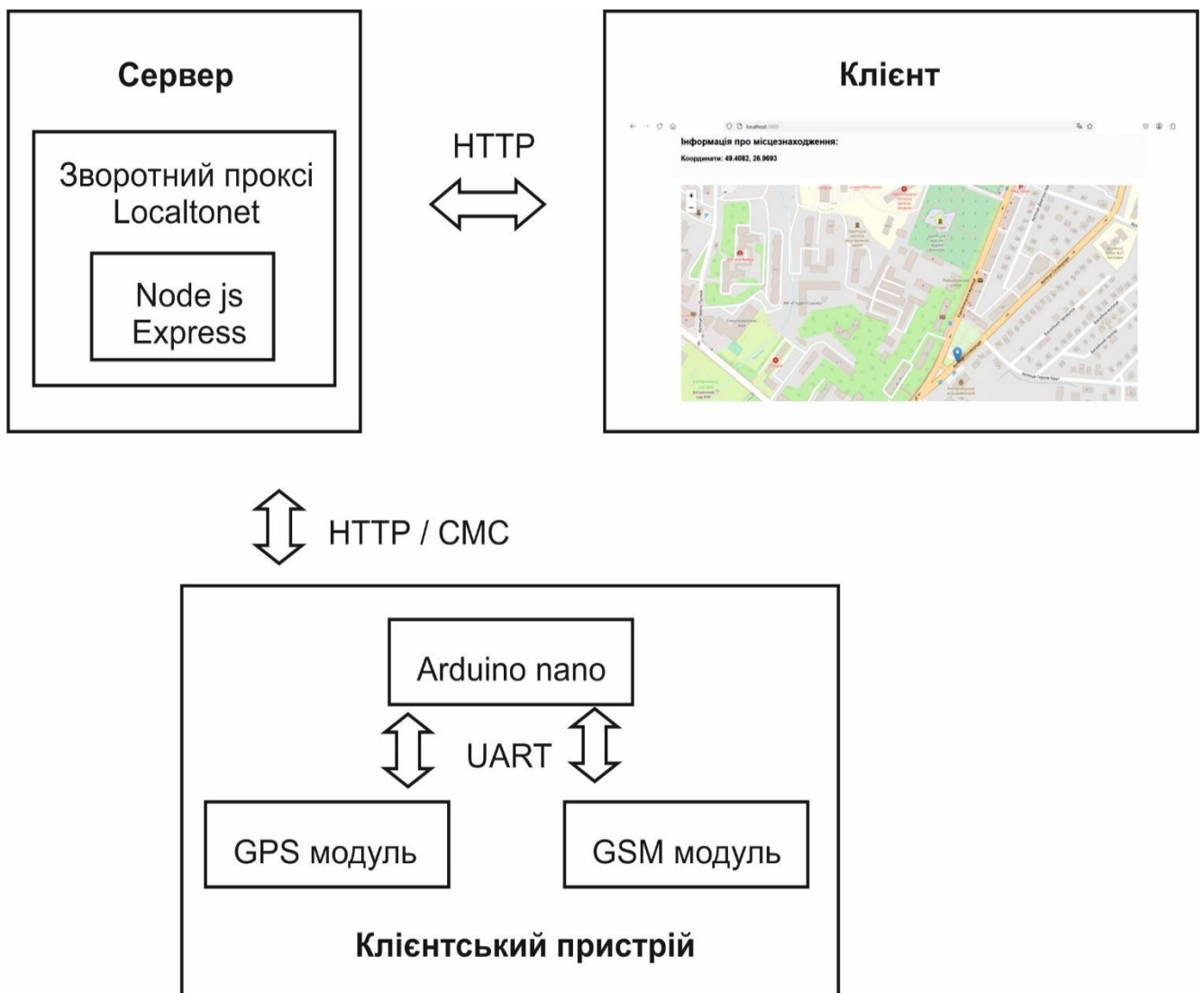


Рисунок 3.1 – Програмно-апаратна реалізація спроектованого пристрою

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

3.2 Монтажна схема програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження

Для реалізації функцій керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження запропоновано апаратний засіб, що функціонує на основі мікроконтролера Arduino Nano і виступає як користувацький пристрій. Цей пристрій здійснює обробку сигналів від датчиків і керує зв'язком через GSM-модуль SIM800L, що дозволяє отримувати та передавати дані для управління транспортним засобом та моніторингу його місцезнаходження.

Для проєктованого пристрою розроблена монтажна схема, яка дозволяє візуально оцінити розташування компонентів системи, правильно з'єднати їх, забезпечити надійність електричних з'єднань і мінімізувати ризик помилок під час складання. Така схема також допомагає оптимізувати розташування елементів та полегшити подальше обслуговування пристрою.

Монтажна схема клієнтської частини програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження була реалізована у середовищі CircuitDesigner. CircuitDesigner – це онлайн-інструмент який дозволяє створювати та редагувати електричні схеми, з'єднувати компоненти, перевіряти правильність з'єднань, а також використовувати бібліотеки компонентів. Він також підтримує візуалізацію принципів схем і надає можливість експортувати проєкти в різних форматах.

Монтажну схему спроектованого пристрою подано на рис. 3.2.

Живлення системи забезпечується 9-вольтовою батареєю, яка підключена до перетворювача напруги Step Down Converter. Він знижує напругу до 5В, що використовується для живлення мікроконтролера, GPS-модуля та реле, тоді як SIM800L отримує 4.2В для стабільної роботи.

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		41

Для контролю стану запалення використовується ділник напруги, сформований двома резисторами номіналами 100кОм і 39кОм. Він підключений до аналогового входу А0 на Arduino Nano і дозволяє визначати, чи увімкнене запалення, шляхом вимірювання напруги. Якщо напруга перевищує заданий поріг, Arduino сприймає це як активний стан запалення.

GPS-модуль підключений до Arduino Nano через порти TX і RX, де TX GPS підключається до RX (цифровий контакт D0) на Arduino, а RX GPS – до TX (цифровий контакт D1). Це дозволяє мікроконтролеру отримувати та обробляти дані про місцезнаходження у форматі NMEA. Оскільки апаратний послідовний порт зайнятий, GSM-модуль SIM800L підключений через програмний UART – TX модуля SIM800L підключається до контакту Arduino D2, а RX SIM800L – до контакту D3. Така схема дозволяє Arduino Nano одночасно працювати з двома модулями, отримуючи GPS-координати та здійснюючи зв'язок через мобільну мережу.

Для керування двигуном використовується реле, яке виконує функцію комутації живлення, дозволяючи дистанційне вмикання та вимикання двигуна за допомогою команди через GSM-модуль. Arduino Nano формує керуючий сигнал на цифровому виході D5, який підключений до входу реле. При подачі високого рівня на цей вихід реле замикає свої контакти, забезпечуючи подачу живлення на двигун. Живлення для двигуна надходить від джерела 9В, позитивний контакт якого проходить через комутуючі контакти реле, а негативний вивід безпосередньо підключений до загального GND. Така схема дозволяє дистанційно керувати двигуном, змінюючи його стан відповідно до команд, отриманих через GSM-модуль.

Таким чином, система забезпечує визначення стану запалення, визначення координат через GPS, обробку команд, що надходять через GSM-зв'язок, та дистанційне керування живленням двигуна. Всі компоненти підключені до спільного контуру заземлення, а керуючі сигнали правильно розведені між пристроями відповідно до їхніх робочих напруг.

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 42
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

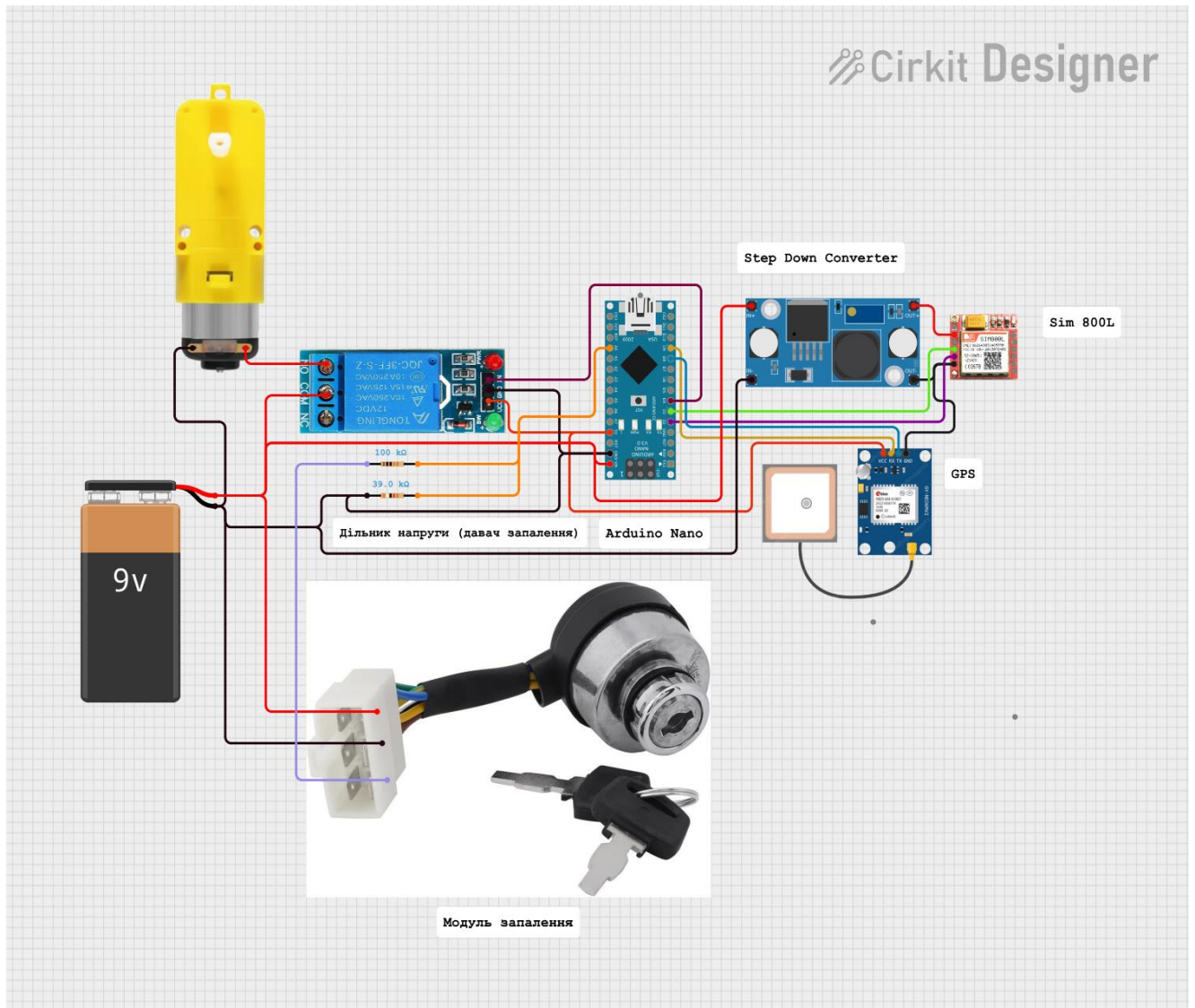


Рисунок 3.2 – Монтажна схема програмно-технічного засобу

3.3 Схема електрична принципова

Апаратна складова програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження реалізується відповідно до запропонованої схеми електричної, яка наведена на рис. 3.3.

Головними складовими даного програмно-технічного засобу є мікроконтролер Arduino nano, модуля запалювання, давач GSM SIM800L, давач GPS neo-6m, одноканальне реле, мотор.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Основним керуючим елементом є мікроконтролер Arduino Nano, який взаємодіє з периферійними модулями, виконавчими пристроями та системою запалювання транспортного засобу, а також стабілізатор напруги LM2596.

Система отримує живлення від джерела постійного струму напругою 9В, яке підключене до основних вузлів. Оскільки Arduino Nano та периферійні пристрої працюють від 5В, у схемі використовується модуль пониження напруги LM2596. Цей стабілізатор забезпечує необхідну напругу для живлення всіх компонентів, запобігаючи можливому виходу їх з ладу через перенапругу. LM2596 має вхід IN+ та IN-, куди підключається вхідна напруга 9В, і вихід OUT+ та OUT-, де формується стабільна напруга 5В для живлення мікроконтролера та інших модулів.

GSM-модуль SIM800L використовується для зв'язку з мережею мобільного оператора, що дозволяє передавати та отримувати дані через SMS або GPRS. Його підключення здійснюється через лінії живлення (5В і GND), а також послідовний інтерфейс UART (SIM_RXD та SIM_TXD) для комунікації з Arduino Nano. Оскільки SIM800L працює на рівні напруги 3.3В для логічних сигналів, у схемі передбачено дільник напруги (резистори R4=1кОм та R5 = 2кОм), який знижує 5В від TX Arduino до рівня, безпечного для SIM800L. Для визначення номіналів резисторів була взято до уваги формулу:

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.1)$$

де V_{out} – вихідна напруга (3.3V для SIM800L);

V_{in} – вхідна напруга (5V від Arduino);

R_1 – резистор, який підключений до TX Arduino;

R_2 – резистор, який підключений до RX SIM800L.

Таким чином для отримання вихідної напруги 3.3V при вхідній 5V напрузі, було використано резистори 1 кОм та 2 кОм: $5 \cdot \frac{2}{3} \approx 3,3\text{В}$.

Для визначення поточно місцезнаходження використано модуль GPS-модуль NEO-6M. Цей модуль визначає координати транспортного засобу на

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 45
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

основі сигналів супутникової системи GPS. Він отримує живлення від 5В і підключається через UART, використовуючи контакти:

- TX – передача даних на Arduino Nano;
- RX – прийом команд від мікроконтролера;
- VCC – живлення 5В;
- GND – загальний мінус.

У схемі передбачено використання спеціального дільника напруги, який складається з двох резисторів – $R1 = 100 \text{ кОм}$ і $R2 = 39 \text{ кОм}$. Його основне призначення – визначення стану запалювання транспортного засобу. Коли запалювання увімкнене, через дільник формується відповідна напруга, яка подається на вхід Arduino Nano. Це дозволяє мікроконтролеру коректно зчитувати стан системи та визначати, чи перебуває транспортний засіб у режимі очікування або готовий до руху. Вибір номіналів резисторів здійснено за тим самим принципом, що й у класичних схемах дільників напруги, використовуючи стандартну формулу 3.1.

Керування електродвигуном у схемі реалізовано через модуль реле, позначений як К1. Для його активації використовується транзисторний ключ на базі біполярного транзистора 2N2222, який отримує керуючий сигнал із цифрового виходу Arduino Nano. Коли на базу транзистора через резистор 1 кОм подається високий рівень сигналу, транзистор переходить у режим насичення, що забезпечує замикання реле. У результаті цього контакти реле замикаються, і напруга подається на електродвигун, приводячи його в дію.

Для запобігання можливим пошкодженням транзистора від зворотних індуктивних струмів у схемі передбачено діод 1N4007W (VD1), який підключений паралельно до котушки реле. Цей діод гасить імпульси самоіндукції, що виникають під час вимкнення реле, тим самим захищаючи електронні компоненти.

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 46
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

3.4 Реалізація серверної частини програмно-технічного пристрою

Серверна частина програмно-технічного пристрою була реалізована за допомогою Node.js, з використанням бібліотек Express та Socket.IO для обробки запитів і передачі даних у реальному часі. Сервер слухає POST-запити на ендпоінті /update-location, через який надходять координати (широта та довгота) від апаратної частини. Ці дані автоматично передаються всім підключеним клієнтам через механізм сокетів, що дозволяє відображати оновлення місцезнаходження в реальному часі. Клієнти, які підключені до сервера, отримують ці дані через подію location-update і можуть використовувати їх для візуалізації на карті або інших цілей. Сервер працював на порту 3000, що забезпечувало доступ до системи через локальну мережу або Інтернет. У наступному лістингу наведено код для серверного додатку.

```
const app = express();
const server = http.createServer(app);
const io = socketIo(server);
// Використовуємо статичні файли з папки public
app.use(express.static('public'));
app.post('/update-location', express.json(), (req, res) => {
  const { latitude, longitude } = req.body;
  // Надсиання координат всім підключеним клієнтам через socket
  io.emit('location-update', { latitude, longitude });
  res.send('Location updated');
});
// Запуск сервера на порту 3000
server.listen(3000, () => {
  console.log('Server is running on http://localhost:3000');
});
```

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

3.5 Тестування серверної та клієнтської частини й відстеження поточного місцезнаходження транспортного засобу

З метою демонстрації взаємодії серверної та клієнтської частини й відстеження поточного місцезнаходження транспортного засобу було проведено його тестування. Основна ідея полягає в тому, що GPS-модуль, підключений до мікроконтролера, зчитує поточне місцезнаходження транспортного засобу та передає його на сервер через HTTP-запит. Веб-сторінка, яка взаємодіє з сервером, відображає отримані координати в зручному для користувача форматі, що представлений у вигляді текстових полів та інтерактивної карти. Це дає можливість власникам транспортних засобів або операторам відстежувати розташування транспортних засобів в режимі реального часу.

Для перевірки правильності роботи цієї системи використовувався інструмент Postman. Програмне забезпечення Postman дозволяє тестувати відправку та отримання HTTP-запитів. Дане ПЗ корисне тим, що дає змогу емулювати роботу клієнтської частини пристрою, перевірити, як сервер приймає дані, та переконатися, що інформація обробляється коректно, відповідно до очікувань.

Щоб перевірити, як передаються координати на сервер, спочатку було налаштовано Postman для виконання запиту (рис. 3.4). У цьому випадку використовувався метод POST, оскільки він дозволяє відправляти дані на сервер. Адреса, на яку надсилався запит була локальною.

У тілі запиту було вказано координати у форматі JSON, що є зручним текстовим форматом, який часто використовується для передачі даних у веб-розробці. У нашому випадку тіло запиту містило два параметри: широту та довготу. Наприклад, значення можуть бути такими: "latitude": 49.408234, "longitude": 26.969300.

Оскільки сервер має знати, який саме формат даних він отримує, необхідно також вказати правильні заголовки в запиті. Зокрема, було додано заголовок Content-Type із значенням application/json. Це надало змогу серверу зрозуміти, що

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 48
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

він отримує дані у форматі JSON і повинен їх відповідно обробити. Після надсилання запиту було отримано відповідь від сервера, яка містила підтвердження успішного отримання даних або.

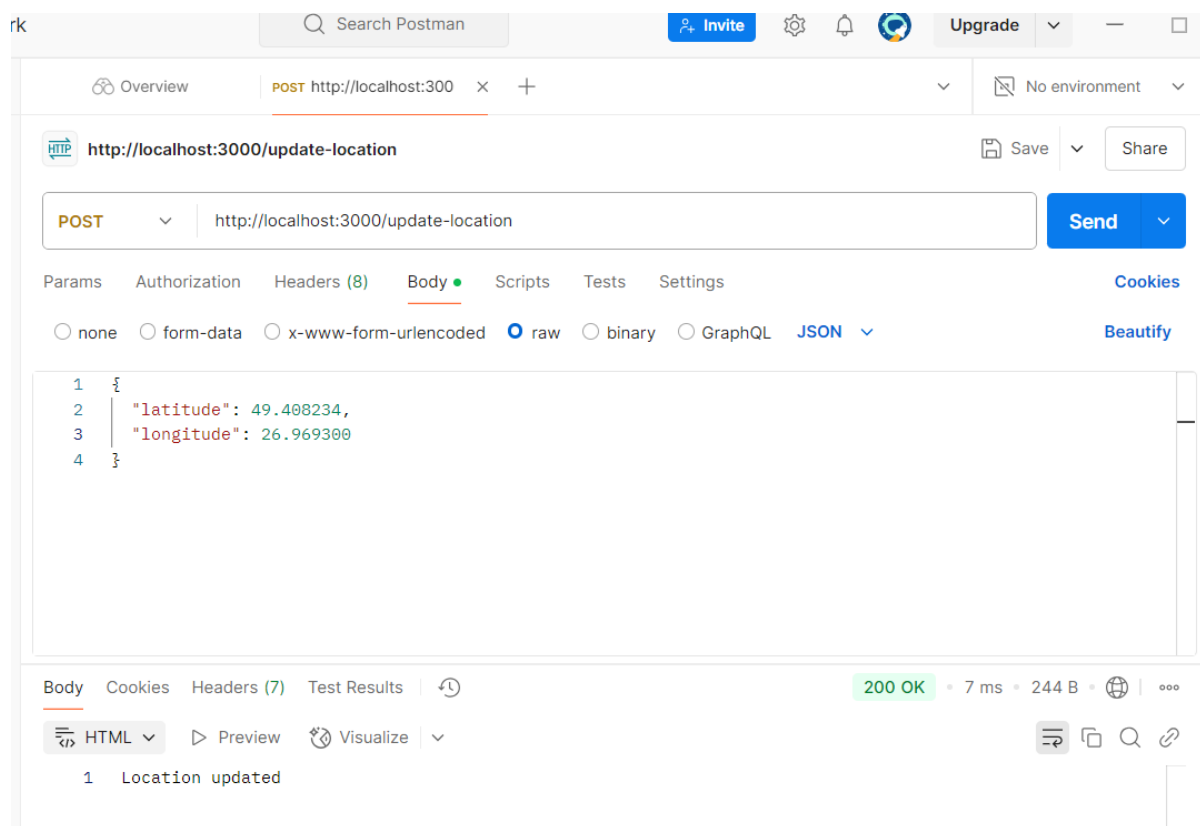


Рисунок 3.4 – Формування запиту до серверу із вказанням координат

Цей метод дозволяє швидко перевірити, чи працює система передачі координат коректно, навіть без фактичного використання GPS-модуля чи мікроконтролера. Це особливо зручно під час розробки, коли потрібно переконатися, що сервер налаштований правильно та коректно приймає дані. Якщо координати успішно надсилаються через Postman і сервер їх обробляє, можна бути впевненим, що реальний пристрій також зможе відправляти дані без проблем.

Коли система працює правильно, веб-сторінка може отримувати та відображати отримані координати, оновлюючи їх у реальному часі. Це було реалізовано за допомогою простого текстового інтерфейсу, де користувач бачить значення широти та довготи, а також візуальної карти, яка відображає поточне місцезнаходження транспортного засобу (рис. 3.5). Завдяки цьому користувачі

можуть у будь-який момент перевірити, де саме знаходиться їхній транспортний засіб, що є важливим для моніторингу та забезпечення безпеки.

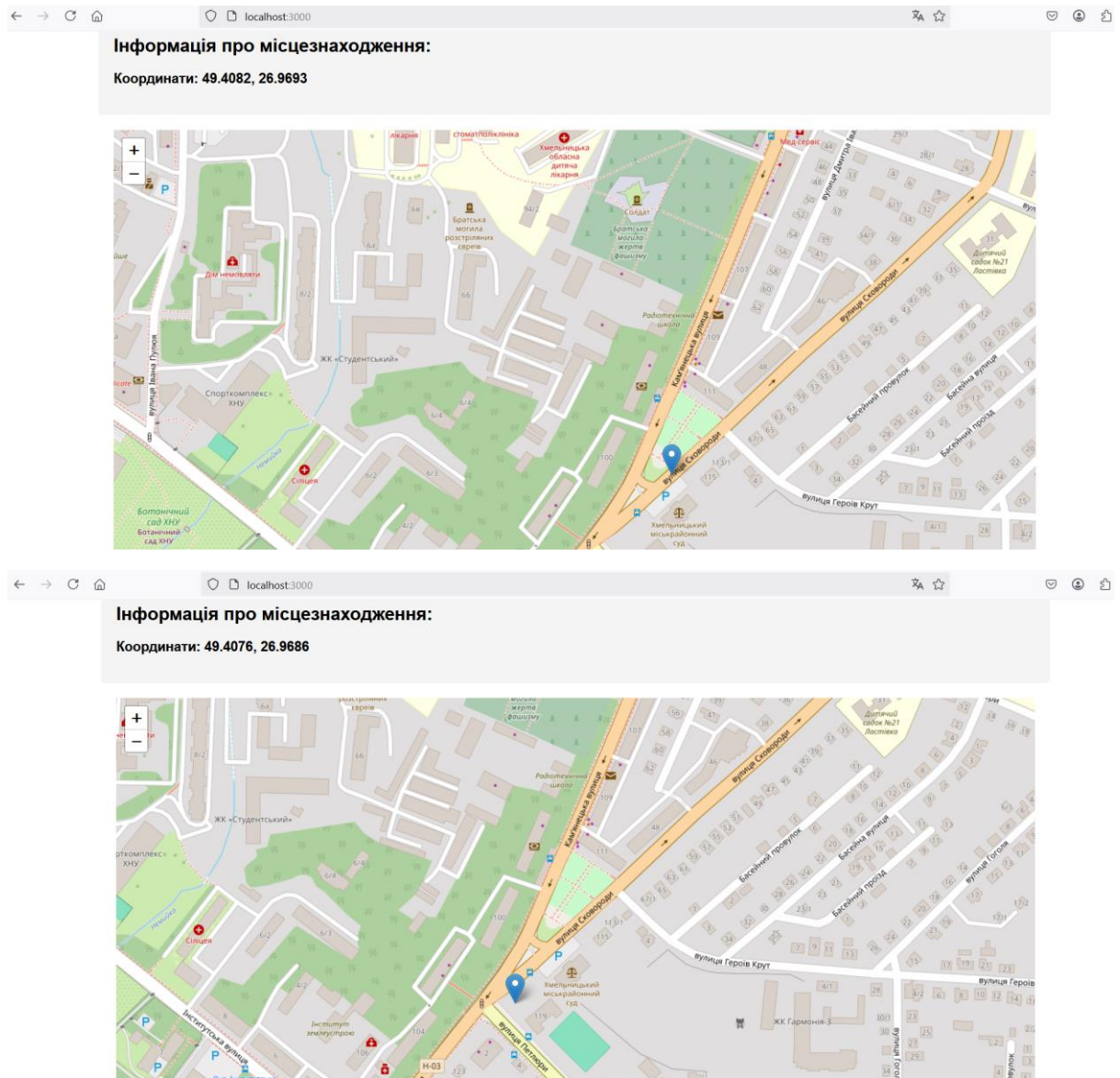


Рисунок 3.5 – Результат тестування серверної та клієнтської частини для відстеження поточного місцезнаходження транспортного засобу

3.6 Реалізація програмного забезпечення для мікроконтролера клієнтського пристрою

Програмне забезпечення для мікроконтролера клієнтського пристрою реалізовано у вигляді прошивки для Arduino Nano, що передбачає реалізацію систему GPS трекінгу з можливістю управління двигуном через SMS, а також

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

відправки координат на сервер та через SMS. Основним завданням є моніторинг стану запалення транспортного засобу, керування двигуном (включення/вимикання) та відправка GPS-координат у разі потреби.

Після запуску системи Arduino ініціалізує всі необхідні компоненти: GPS-модуль для отримання координат, GSM-модуль SIM800L для відправки SMS та HTTP-запитів, а також пін для датчика запалення та реле для управління двигуном. Кожен цикл програми починається з перевірки стану запалення через аналоговий датчик. Якщо запалення увімкнене, система перевіряє, чи є двигун увімкненим, і, відповідно, виконує дію: якщо двигун вимкнений, він увімкнеться, а якщо увімкнений – вимкнеться.

Крім того, система постійно перевіряє вхідні SMS-команди, аналізує їхній зміст та виконує відповідні дії залежно від отриманих інструкцій. Якщо надійшла команда на запуск або зупинку двигуна, система активує чи деактивує запалювання відповідно. Аналогічно, при отриманні команди блокування або розблокування транспортного засобу система змінює стан безпеки, забезпечуючи додатковий рівень захисту. Окремо передбачена команда для отримання поточного місцезнаходження транспортного засобу. У відповідь на неї система за допомогою GPS-модуля визначає актуальні координати та надсилає їх користувачеві у вигляді SMS-повідомлення, яке містить як цифрові значення широти і довготи. Крім того, ця інформація передається на сервер через HTTP-запит, що дозволяє інтегрувати систему в веб-інтерфейс або мобільний додаток для віддаленого моніторингу.

Особливістю даної прошивки є можливість увімкнення режиму трекінгу, який значно розширює функціонал пристрою. У цьому режимі система автоматично кожні 10 секунд перевіряє поточний час і, якщо минув визначений інтервал, надсилає оновлені координати на сервер або у вигляді SMS. Це дозволяє користувачеві отримувати регулярні оновлення щодо переміщення транспортного засобу без необхідності щоразу надсилати запит вручну. При необхідності цей режим можна деактивувати за допомогою спеціальної SMS-команди.

Алгоритм роботи мікроконтролера Arduino Nano реалізовано у вигляді блок-схеми, що подана на рисунку 3.6.

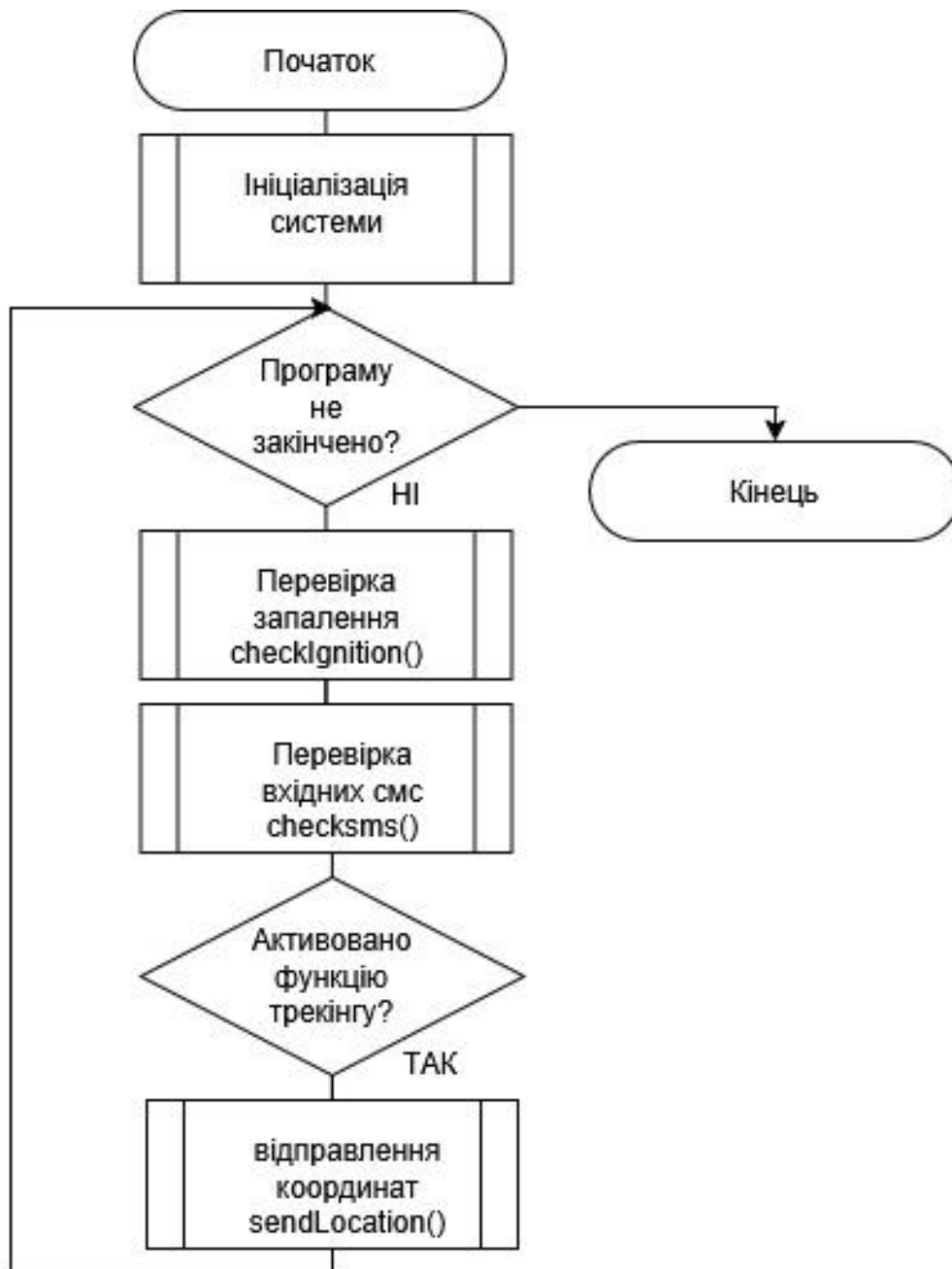


Рисунок 3.6 – Головна блок-схема програми керування для мікроконтролера Arduino Nano

Одними із ключових функцій у спроjektованому програмно-технічному пристрої є відстеження та надсилання координат поточного місця знаходження пристрою. Дана функціональність реалізована через функцію `sendLocationToServer()`.

Функція `sendLocationToServer()` призначена для надсилання GPS-координат на сервер через HTTP-запит, використовуючи модуль SIM800L для GSM-зв'язку.

Спочатку вона перевіряє, чи є координати валідними, використовуючи метод `gps.location.isValid()`. Якщо координати є дійсними, то отримуються значення широти та довготи з GPS-модуля і перетворюються на рядки з шістьма знаками після коми. Далі формується HTTP-запит у вигляді рядка, який містить URL-адресу для оновлення координат на сервері. Цей запит включає в себе параметри широти та довготи, передані в URL.

Після формування запиту, функція ініціалізує HTTP-запит через команду `AT+HTTPINIT` для ініціалізації з'єднання. Потім вказується контекст з'єднання через команду `AT+HTTPPARA="CID",1`. Далі формується сам HTTP-запит і відправляється на сервер через команду `AT`. Після цього виконується команда `AT+HTTPACTION=0` для виконання GET-запиту, що фактично відправляє запит на сервер. Після очікування п'яти секунд на обробку запиту, функція завершує сесію HTTP через команду `AT+HTTPTERM`.

Функція `sendLocation()` призначена для надсилання поточних GPS-координат двома способами. Спочатку перевіряється, чи є координати валідними. Якщо координати правильні, їх значення (широта і довгота) – перетворюються в рядки з шістьма знаками після коми. Потім функція викликає `sendSMS()` для надсилання координат у вигляді текстового повідомлення без посилання на картографічну службу, просто передаючи значення широти та довготи. Окрім цього, вона викликає функцію `sendLocationToServer()`, яка відправляє ці координати на сервер за допомогою HTTP-запиту. Якщо ж координати недоступні, функція надсилає повідомлення через SMS, вказуючи, що сигнал GPS недоступний. Лістинги коду для функцій `sendLocationToServer` та `sendLocation` наведено нижче.

```
void sendLocationToServer() {
    if (gps.location.isValid()) {
        String latitude = String(gps.location.lat(), 6);
        String longitude = String(gps.location.lng(), 6);
        String httpRequest =
"AT+HTTPPARA=\"URL\", \"http://localtunnel-url.com/update?lat=" +
latitude + "&lng=" + longitude + "\\r";
        sim8001.println("AT+HTTPINIT");
    }
}
```

```

    delay(1000);
    sim8001.println("AT+HTTTPARA=\"CID\",1");
    delay(1000);
    sim8001.println(httpRequest);
    delay(1000);
    sim8001.println("AT+HTTPACTION=0"); // GET-запит
    delay(5000);
    sim8001.println("AT+HTTPTERM");
}
}
void sendLocation() {
    if (gps.location.isValid()) {
        String latitude = String(gps.location.lat(), 6);
        String longitude = String(gps.location.lng(), 6);
        sendSMS("Latitude: " + latitude + ", Longitude: " + longitude);
        sendLocationToServer(); // Надсилання координат на сервер
    } else {
        sendSMS("GPS signal not available.");
    }
}
}

```

3.7 Тестування клієнтського пристрою

Для тестування клієнтського пристрою було використано емулятор Wokwi, що дозволило змодельовати роботу мікроконтролера та всіх необхідних компонентів без фізичного обладнання. У тестовому середовищі було додано мікроконтролер Arduino Nano, реле, світлодіод та потенціометр. Потенціометр у цій моделі використовується для симуляції запалення двигуна, що дозволяє імітувати реальну поведінку транспортного засобу при отриманні команд.

Для визначення стану запалення реалізовано функцію `getIgnitionStatus`:

```

boolean getIgnitionStatus() {
    float val = 0;
    for (int i = 1; i <= 10; i++) { val +=
analogRead(ignitionSensor); }
    val = val / 10;
}

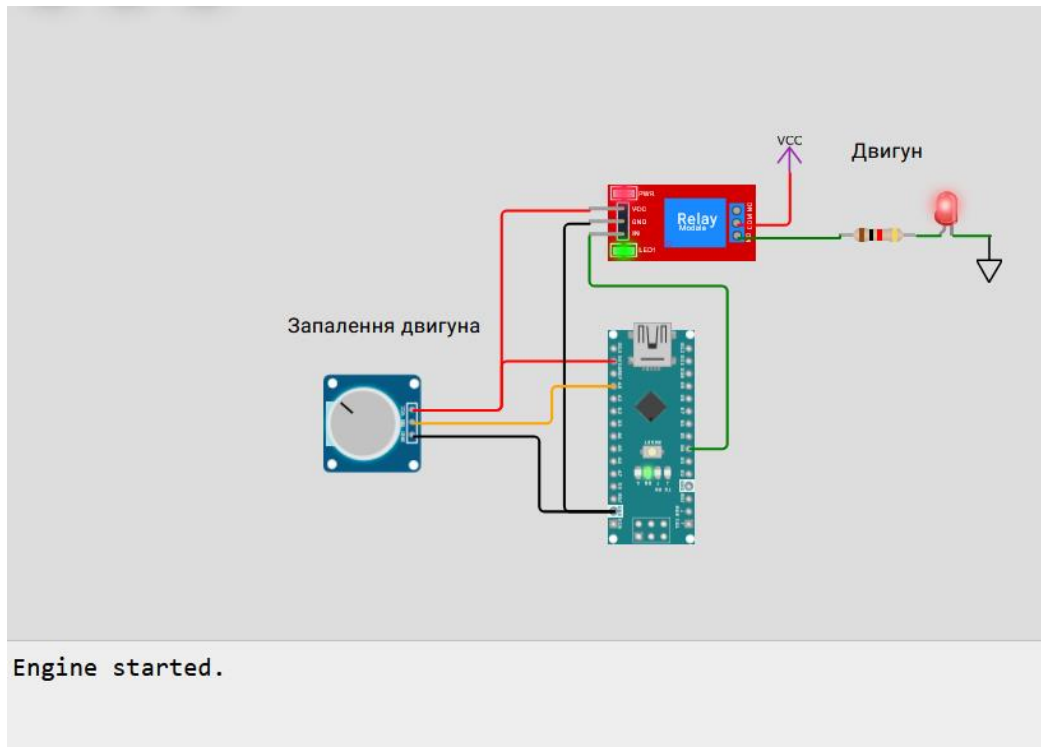
```

```
    return val > 90; // Запалення увімкнене, якщо напруга
достатньо висока
}
```

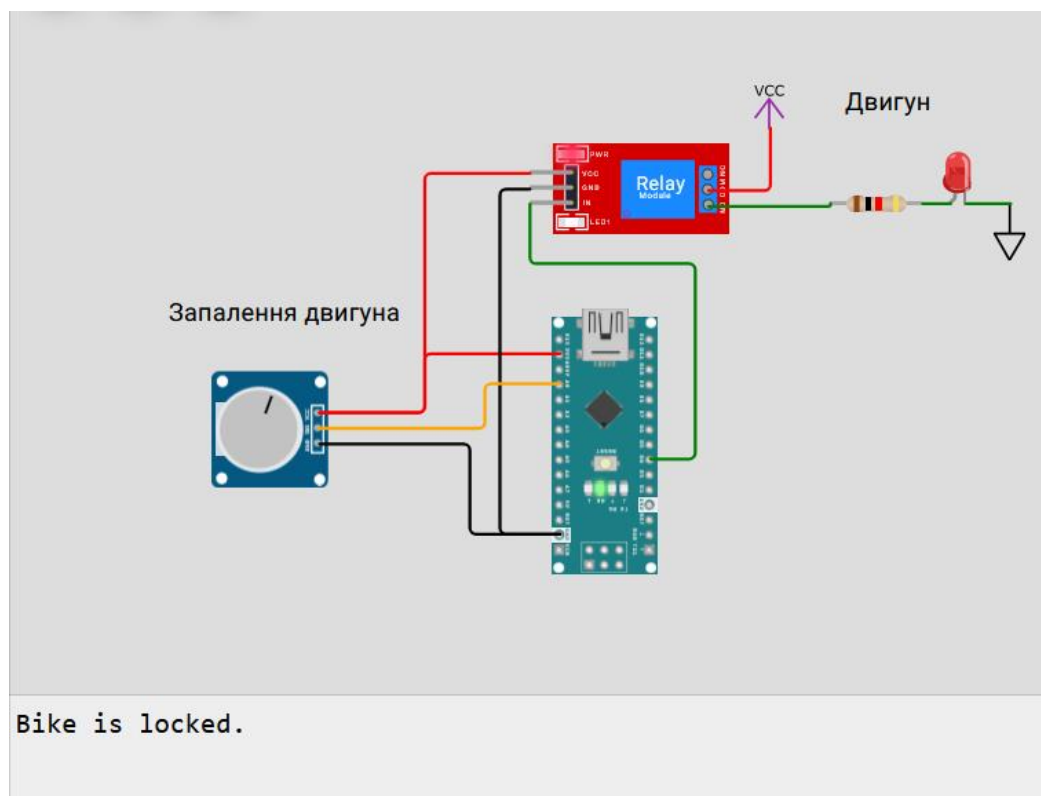
Функція `getIgnitionStatus()` визначає, чи увімкнене запалення транспортного засобу, зчитуючи аналоговий сигнал із сенсора запалення. Вона виконує десять вимірювань напруги, підсумовує їх і обчислює середнє значення, щоб зменшити вплив шумів. Якщо середнє значення перевищує поріг 90, функція повертає `true`, що означає увімкнене запалення. В іншому випадку повертає `false`, сигналізуючи, що запалення вимкнене. Такий підхід допомагає зробити перевірку більш точною та зменшує ймовірність помилкових спрацьовувань.

Також ще одним із основних аспектів тестування було перевірити, як клієнтський пристрій реагує на SMS-команди, що надходять від користувача. Було реалізовано функцію, яка обробляє вхідні повідомлення та виконує відповідні дії залежно від їхнього змісту. Наприклад, якщо отримано команду «start bike», пристрій перевіряє, чи двигун не заблокований, і якщо все в порядку, активує його. Команда «stop bike» дозволяє зупинити двигун, а «lock bike» і «unlock bike» відповідно блокують або розблоковують можливість його запуску. Крім того, передбачена команда «get location», яка активує відправлення координат транспортного засобу.

В ході тестування було перевірено, як пристрій реагує на ці команди та чи правильно відпрацьовує відповідні сценарії. Наприклад, після отримання команди «lock bike» пристрій блокує можливість увімкнення двигуна навіть у тому випадку, якщо потенціометр встановлений у положення, яке відповідає запаленню (рис. 3.7). Це забезпечує додатковий рівень безпеки та виключає несанкціоноване використання транспорту. Аналогічно, якщо пристрій отримує команду «unlock bike», він знімає блокування, дозволяючи запустити двигун знову.



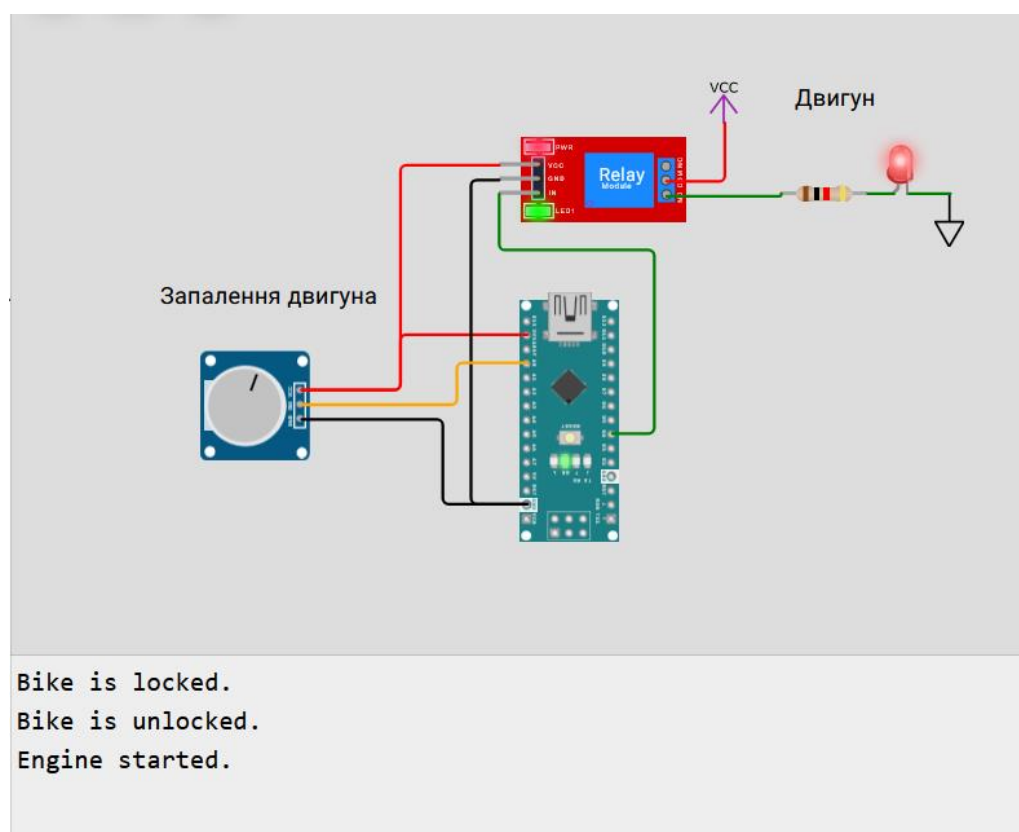
Рисунко 3.7 – Симуляція роботи клієнтської частини: блокування транспортного засобу (стан потенціометра відповідає акивації двигуна)



Рисунко 3.8 – Симуляція роботи клієнтської частини: блокування транспортного засобу (стан потенціометра відповідає акивації двигуна)

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Крім керування через SMS, була протестована можливість ручного запуску двигуна за допомогою потенціометра. У цій моделі потенціометр виконував роль ключа запалювання: коли його значення перевищує певний поріг, пристрій сприймає це як сигнал про запуск двигуна. Якщо реле розімкнене, а блокування не активне, система реагує так, ніби транспортний засіб заводиться. Цей режим дозволяє перевірити, як працює управління безпосередньо через фізичні елементи пристрою, а не лише через SMS.



Рисунко 3.9 – Симуляція роботи клієнтської частини: розблокування транспортного засобу (через потенціометр)

Тестування показало, що клієнтський пристрій правильно обробляє команди та адекватно реагує як на входні SMS, так і на маніпуляції з потенціометром. Якщо пристрій знаходиться у заблокованому стані, він не дозволяє запустити двигун ні через SMS, ні вручну. В іншому випадку, запалення спрацьовує як очікується. Це свідчить про коректну інтеграцію програмної логіки, яка дозволяє дистанційно

керувати транспортним засобом та забезпечувати додатковий захист від несанкціонованого запуску.

Загалом тестування підтвердило, що система керування працює стабільно та виконує всі необхідні функції. Емуляція в Wokwi дозволила швидко перевірити основні сценарії без необхідності збирати фізичну модель пристрою, що значно пришвидшило процес розробки та відлагодження коду.

3.8 Висновки

В цьому розділі реалізовано прототип програмно-технічний засіб керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження. Спроектований програмно-технічний засіб є інтегрованою системою, що поєднує апаратну та програмну частини для керування двигуном, як віддалено (через команди у смс) так і локально (запуск двигуна через запалювання), а також забезпечує моніторинг місцезнаходження транспортного засобу. Спроектовано електричну та монтажну схеми програмно-технічного засобу.

Проведено тестування серверної та клієнтської частини й відстеження поточного місцезнаходження транспортного засобу за допомогою програмного забезпечення Postman. Здійснено тестування клієнтського пристрою

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк.
						58
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Таким чином розроблений програмно-технічний засіб є інтегрованою системою, що поєднує апаратну та програмну частини для ефективного керування транспортним засобом. Система дозволяє запускати або зупиняти двигун як віддалено, шляхом надсилання SMS-команд через GSM-модуль, так і локально, використовуючи механізм запалювання. Крім того, вона забезпечує можливість моніторингу місцезнаходження транспортного засобу за допомогою GPS-модуля, що дозволяє користувачеві отримувати координати в реальному часі.

Серверна частина була реалізована на платформі Node.js із використанням Express та Socket.IO. Це забезпечує обробку та передачу отриманих від клієнтського пристрою координат у реальному часі. Дані про місцезнаходження оновлюються динамічно та можуть бути відображені на веб-інтерфейсі, що спрощує процес моніторингу.

Апаратна частина включає мікроконтролер Arduino Nano, який взаємодіє з GSM-модулем SIM800L для прийому та обробки SMS-команд, а також GPS-модулем для отримання актуальних координат транспортного засобу. Крім того, до системи підключено реле та потенціометр, що дозволяє здійснювати ручне керування двигуном.

Під час тестування було перевірено коректність роботи як серверної, так і клієнтської частини. За допомогою емулятора Wokwi протестовано керування двигуном через SMS-команди, а також локальний запуск через потенціометр. Використання Postman дозволило переконатися, що серверна частина коректно обробляє HTTP-запити та передає координати клієнтам. Веб-інтерфейс продемонстрував правильне оновлення даних, що підтвердило стабільність роботи системи.

У першому розділі виконано аналіз області застосування проєктованого програмно-технічного засобу, здійснено огляд традиційних та сучасних методів дистанційного керування транспортними засобами, сформульовано постановку завдання.

					КВРКІ. 240403.24.04.57ПЗ	Арк. 59
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

В другому розділі проведено встановлення вимог до проєктованого програмного-технічного засобу керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження. Серед основних вимог було визначено включення/вимкнення двигуна через ключ або SMS, блокування / розблокування через SMS, запит місцезнаходження із отриманням координат почного розташування транспортного засобу, а також відображення поточного розташування на інтерактивній карті. Запропоновано структуру пристрою та здійснено аналіз й вибір апаратних компонентів.

В третьому розділі виконано реалізацію програмно-апаратного пристрою, його серверної та клієнтської частин, а також клієнтського пристрою. Проведено тестування серверної та клієнтської частини й відстеження поточного місцезнаходження транспортного засобу за допомогою програмного забезпечення Postman. Здійснено тестування клієнтського пристрою у середовищі Wokwi.

У подальшому для вдосконалення даного пристрою можливе розширення функціональності GPS-моніторингу, зокрема інтеграція можливості геозонування, що дозволить автоматично надсилати сповіщення у разі виходу транспортного засобу за встановлені межі. Також можна покращити систему енергоспоживання, оптимізувавши роботу мікроконтролера та модулів, щоб продовжити автономний час роботи пристрою. Додатково, можливим є розширення інтерфейсів керування, наприклад, впровадження мобільного додатка чи веб-платформи для віддаленого моніторингу та управління. Інтеграція додаткових датчиків, таких як акселерометри чи імпульсні датчики, дозволить отримувати більше інформації про стан транспорту, а застосування сучасних алгоритмів шифрування підвищить рівень безпеки переданих даних.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Hossain E., Mamun N., Faisal M.F. Vehicle to Vehicle Communication Using RF and IR Technology. *Proceedings of the 2nd International Conference on Electrical & Electronic Engineering (ICEEE)*, 27–29 December 2017, RUET, Rajshahi, Bangladesh. Chittagong: Chittagong University of Engineering and Technology, 2017, pp. 47-59.
2. Maiti S. Design of a Wireless Remote Control Car Using Radio Frequency. *Journal of Advanced Engineering and Innovation*. 2018. №88, pp.14-18 DOI: 10.22485/jaei/2018/v88/il-2/174920.
3. Hashim N.M.Z., Jaafar A.S., Ali N.A., Salahuddin L., Mohamad N.R., Ibrahim M.A. Traffic Light Control System for Emergency Vehicles Using Radio Frequency. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*. 2013. Vol. 3, Issue 7, pp. 43–52.
4. Shin Y., Seol S. Design and Implementation of Remote Control System for Car Navigation. *The Journal of the Korean Institute of Information and Communication Engineering*. 2014. Vol. 18, No. 7, pp. 1695–1703. DOI: 10.6109/jkiice.2014.18.7.1695.
5. Simatupang J.W., Yosua M. A Remote Controlled Car Using Wireless Technology. *Journal of Electrical and Electronics Engineering*. 2016. Vol. 1, No. 2, pp. 56–61.
6. Cuenca Á., Zhan W., Salt J., Alcaina J., Tang C., Tomizuka M. A Remote Control Strategy for an Autonomous Vehicle with Slow Sensor Using Kalman Filtering and Dual-Rate Control. *Sensors*. 2019. Vol. 19, Article 2983. DOI: 10.3390/s19132983.
7. Onengiye G.M., Chukwunazo E.J. Design and Implementation of RF-Based Wireless Remote Control Generator System. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*. 2016. Vol. 5, Issue 4, pp. 139-143.
8. Nguyen T.V., Lee D.G., Seol Y.H., Yu M.H., Choi D. Ubiquitous Access to Home Appliance Control System Using Infrared Ray and Power Line Communication. *Proceedings of the 3rd IEEE/IFIP International Conference in Central Asia (ICI 2007)*, September 26–28, 2007, Tashkent, Uzbekistan. Vol. 1, pp. 1–4.

9. Openstreetmap, URL: <https://www.openstreetmap.org> (дата звернення 20.04.2025).
10. Gupta R.A., Chow M.Y. Networked control system: Overview and research trends. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. 2010. Vol. 57. pp. 2527–2535. DOI: 10.1109/TIE.2009.2035462.
11. Zhang L., Gao H., Kaynak O. Network-induced constraints in networked control systems: A survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. 2013. Vol. 9. pp. 403–416. DOI: 10.1109/TII.2012.2210231.
12. Zhang X.M., Han Q.L., Yu X. Survey on recent advances in networked control systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. 2016. Vol. 12. pp. 1740–1752. DOI: 10.1109/TII.2016.2569502.
13. Zhang D., Shi P., Wang Q.G., Yu L. Analysis and synthesis of networked control systems: A survey of recent advances and challenges. *ISA Transactions*. 2017. Vol. 66. pp. 376–392. DOI: 10.1016/j.isatra.2016.11.003.
14. Zhao Y.B., Liu G.P., Kang Y., Yu L. Exploring the different delay effects in different channels in networked control systems. In: *Packet-Based Control for Networked Control Systems*. Springer, Singapore, 2018. pp. 99–113. DOI: 10.1007/978-981-10-8665-7_5.
15. Zhang W., Tomizuka M., Wu P., Wei Y.H., Leng Q., Han S., Mok A.K. A double disturbance observer design for compensation of unknown time delay in a wireless motion control system. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*. 2018. Vol. 26. pp. 675–683. DOI: 10.1109/TCST.2017.2660634.
16. Cuenca A., Antunes D.J., Castillo A., García P., Khashooei B.A., Heemels W. Periodic event-triggered sampling and dual-rate control for a wireless networked control system with applications to UAVs. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. 2019. Vol. 66. pp. 3157–3166. DOI: 10.1109/TIE.2018.2833041.
17. Zhang X.M., Han Q.L. Event-triggered dynamic output feedback control for networked control systems. *IET Control Theory & Applications*. 2014. Vol. 8. pp. 226–234. DOI: 10.1049/iet-cta.2012.1025.

18. Sargolzaei A., Yen K.K., Abdelghani M.N. Preventing time-delay switch attack on load frequency control in distributed power systems. *IEEE Transactions on Smart Grid*. 2015. Vol. 7. pp. 1176–1185. DOI: 10.1109/TSG.2015.2450691.

19. Sargolzaei A., Yen K.K., Abdelghani M.N., Sargolzaei S., Carbutar B. Resilient design of networked control systems under time delay switch attacks, application in smart grid. *IEEE Access*. 2017. Vol. 5. pp. 15901–15912. DOI: 10.1109/ACCESS.2017.2733338.

20. Zhang W., Bae J., Tomizuka M. Modified preview control for a wireless tracking control system with packet loss. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*. 2015. Vol. 20. pp. 299–307. DOI: 10.1109/TMECH.2014.2318939.

21. Wang Y.L., Han Q.L. Network-based modelling and dynamic output feedback control for unmanned marine vehicles in network environments. *Automatica*. 2018. Vol. 91. pp. 43–53. DOI: 10.1016/j.automatica.2018.01.002.

22. Alcaina J., Cuenca A., Salt J., Casanova V., Pizá R. Delay-independent dual-rate PID controller for a packet-based networked control system. *Information Sciences*. 2019. Vol. 484. pp. 27–43. DOI: 10.1016/j.ins.2019.02.065.

23. Liu A., Zhang W., Chen B., Yu L. Networked filtering with Markov transmission delays and packet disordering. *IET Control Theory & Applications*. 2017. Vol. 12. pp. 687–693. DOI: 10.1049/iet-cta.2016.0227.

24. Liu A., Zhang W., Yu L., Liu S., Chen M.Z. New results on stabilization of networked control systems with packet disordering. *Automatica*. 2015. Vol. 52. pp. 255–259. DOI: 10.1016/j.automatica.2014.11.028.

25. Lian B., Zhang Q., Li J. Sliding mode control and sampling rate strategy for networked control systems with packet disordering via Markov chain prediction. *ISA Transactions*. 2018. Vol. 83. pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.isatra.2018.07.007.

26. Cheng L.L., Zhan X.S., Wu J., Han T. An optimal tracking performance of MIMO NCS with quantization and bandwidth constraints. *Asian Journal of Control*. 2019. Vol. 21. pp. 1–12. DOI: 10.1002/asjc.1989.

27. Cucchiara R. Multimedia surveillance systems. *Proceedings of the 3rd ACM International Workshop on Video Surveillance and Sensor Networks*. 2005. pp. 3–10.

28. Xiao Q., et al. TCP performance over mobile networks in high-speed mobility scenarios. *Proceedings of the IEEE 22nd International Conference on Network Protocols*. Oct. 2014. pp. 281–286.

29. Julio R.E., Bastos G.S. A ROS package for dynamic bandwidth management in multi-robot systems. *In: Robot Operating System (ROS)*. Springer, Cham, Switzerland, 2017. P. 309–341. DOI: 10.1007/978-3-319-54927-9_14.

30. Casanova V., et al. Networked Control Systems: Control structures with bandwidth limitations. *International Journal of Systems, Control and Communications*. 2009. Vol. 1. P. 267–296. DOI: 10.1504/IJSCC.2009.029226.

31. Lozano-Perez T. *Autonomous Robot Vehicles*. Springer, Secaucus, NJ, USA, 2012.

32. Gámez Serna C., Ruichek Y. Dynamic speed adaptation for path tracking based on curvature information and speed limits. *Sensors*. 2017. Vol. 17. Article 1383. DOI: 10.3390/s17061383.

33. Infrared heating and drying technology offers great opportunities, URL: <https://www.irqtech.se/en/about-ir-technology/> (дата звернення 20.04.2025).

34. Geospatialworld. Why autonomous cars are the driveway to future, Ishveena Singh, URL: <https://geospatialworld.net/article/all-about-driverless-or-autonomous-cars/> (дата звернення 20.04.2025).

35. The Robot Camp: Understanding Autonomous Navigation Systems URL: <https://therobotcamp.com/2024/09/24/autonomous-navigation-system/> (дата звернення 20.04.2025).

36. Securitymagazine. Shedding Light on Infrared Camera Technology, URL: <https://www.securitymagazine.com/articles/88400-shedding-light-on-infrared-camera-technology> (дата звернення 20.04.2025).

37. Black Coffee Robotics: GPS based Localization for Self-Driving Robots, URL: <https://medium.com/black-coffee-robotics/gps-based-localization-for-self-driving-robots-ccc562d56202> (дата звернення 20.04.2025).

38. Yan L. Positioning Control Algorithm of Vehicle Navigation System Based on Wireless Tracking Technology. *Wireless Communications and Mobile Computing*. 2021. pp. 1-11 Dec. DOI: 10.1155/2021/8620409.

39. Gutierrez J. A., Callaway E. H., Barrett R. L. Low-Rate Wireless Personal Area Networks: Enabling Wireless Sensors with IEEE 802.15.4. Piscataway, NJ, USA: *IEEE Standards Association*, 2004, pp. 48-71.

40. Suhonen J., Kohvakka M., Kaseva V., Hämmäläinen T. D., Hämmäläinen M. Low-Power Wireless Sensor Networks: Protocols, Services and Applications. Cham, Switzerland: *Springer*, 2012, pp. 12-21.

41. Shadrin S. S., Ivanova A. A. Analytical review of standard SAE J3016 taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles with latest updates. *Avtomobil. Doroga. Infrastruktura*. 2019. Vol. 3, No. 21. pp. 10-20.

42. Gualdi G., Prati A., Cucchiara R. Video streaming for mobile video surveillance. *IEEE Transactions on Multimedia*. 2008. Vol. 10, No. 6. pp. 1142–1154.

43. Chucholowski F., Tang T., Lienkamp M. Teleoperated driving: Robust and secure data connections. *ATZelektronik Worldwide*. 2014. Vol. 9, No. 1. pp. 42–45.

44. Jang K., Han M., Cho S., Ryu H.-K., Lee J., Lee Y., Moon S. B. 3G and 3.5G wireless network performance measured from moving cars and high-speed trains. *Proceedings of the 1st ACM Workshop on Mobile Internet Through Cellular Networks*. 2009. pp. 19–24.

45. GPS-трекер – що це і як працює? URL: <https://130.com.ua/uk/gps-tracker-cto-eto-i-kak-rabotaet/?srsltid=AfmBOoprqG3ul0pr8wBmhKuLLwkadCrNRKVgUFdD2vLVj4Cm2mqxrB4c> (дата звернення 20.04.2025).

46. Принцип роботи GPS моніторингу транспорту, URL: <https://profgps.ua/printsip-roboty/> (дата звернення 20.04.2025).

47. Все про Gps трекер: способи і цілі застосування, URL: <https://skt-globus.com.ua/vazhlyva-informatia-pro-gps-treckere/> (дата звернення 20.04.2025).

48. 2N2222A – біполярний NPN транзистор 40В 0.6А URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/bipolyarniy-npn-tranzistor-2n2222/> (дата звернення 20.04.2025).

49. 1N4007 – діод випрямляючий, URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/diod-vyvodnoy-1n4007> (дата звернення 20.04.2025).

50. Тип і принцип дії дільника напруги, URL: <https://ua.electric-test.com/info/type-and-working-principle-of-voltage-divider-77065901.html> (дата звернення 20.04.2025).

51. Дільник напруги для стабілізації напруги, <https://chomu.koshachek.com/articles/dilnik-naprugi-dlja-stabilizacii-naprugi.html> (дата звернення 20.04.2025).

52. Реле електромеханічне Songle SRD-12VDC-SL-C, URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/srd-12vdc-sl-c> (дата звернення 20.04.2025).

53. Arduino Nano V3 AVR на ATmega328, URL: <https://ardushop.in.ua/arduino/arduino-nano-v3-avr-atmega328> (дата звернення 20.04.2025).

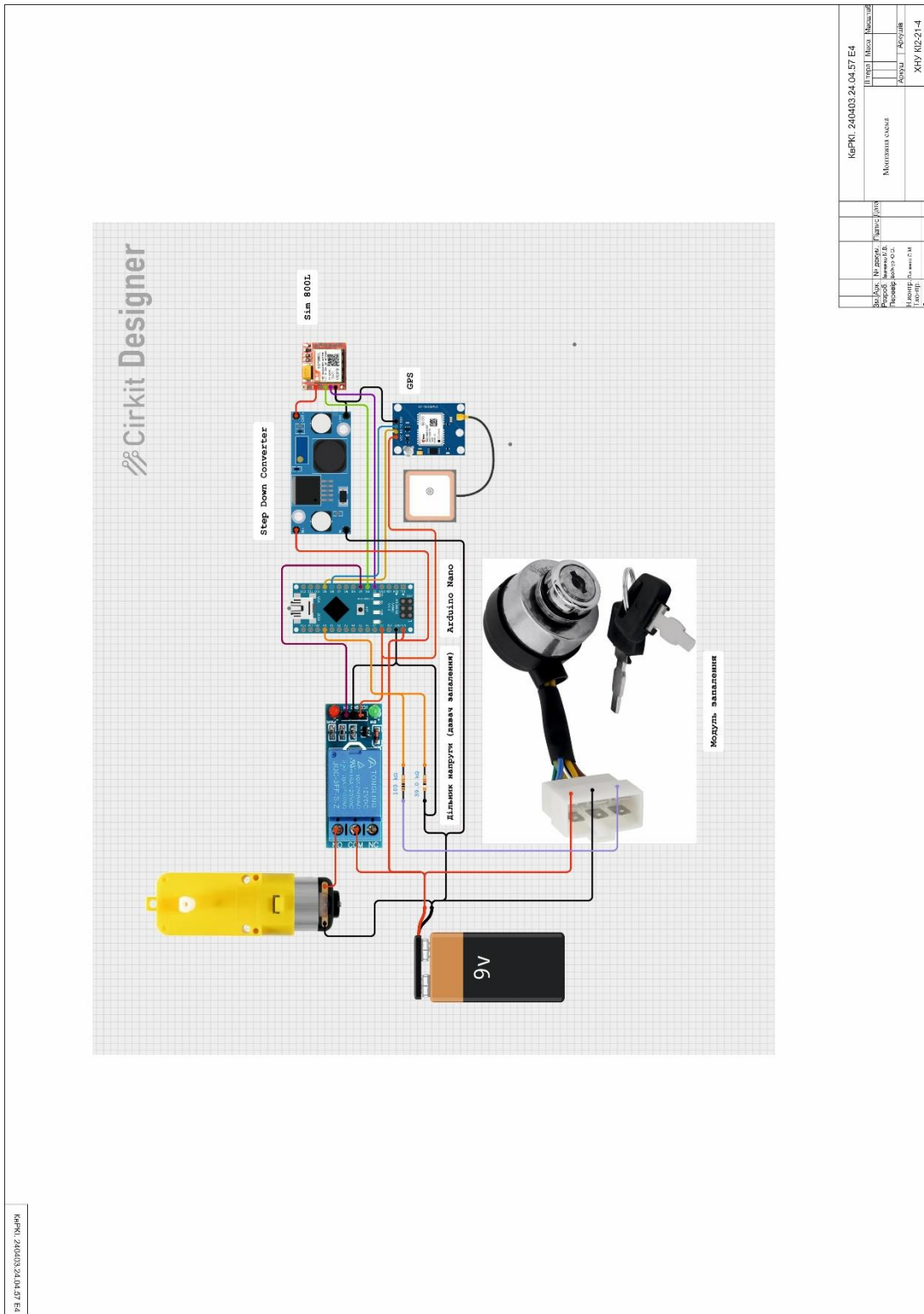
54. DC-DC конвертер знижуючий 4.5...40В на 1.5...35В на LM2596, URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/dc-dc-konverter-ponizhayushchij-lm2596> (дата звернення 20.04.2025).

55. GPS-приймач GY-GPS6MV2 на базі чіпа Ublox NEO-6M, URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/gps-priemnik-gy-gps6mv2> (дата звернення 20.04.2025).

56. Плата на базі GSM/GPRS модуля SIM800L, URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/sim800l-modul> (дата звернення 20.04.2025).

ДОДАТОК В (обов'язковий)

КОПІЯ КРЕСЛЕННЯ «МОНТАЖНА СХЕМА»



Код: 240403.24.04.57.E4

№ документа	№ документа	№ документа	№ документа	№ документа
Розробник	Виконавець	Перевірив	Затвердив	Дата
Моловчик Євген	Моловчик Євген	Моловчик Євген	Моловчик Євген	2024.04.03
Інженер	Інженер	Інженер	Інженер	Інженер
Стор. 1	Стор. 1	Стор. 1	Стор. 1	Стор. 1

Протокол аналізу звіту подібності експертом

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Марк ІВАНЕНКО

Співавтор:

Назва: Іваненко_Програмно-технічний засіб керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження

Експерт:

Підрозділ: Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Коефіцієнт подібності 1: 5.8%

Коефіцієнт подібності 2: 2.5%

Мікропробіли: 6

Заміна букв: 2

Інтервали: 0

Білі знаки: 0

Дата створення звіту: 2025-05-21 12:48:46.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедурам. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

2025-05-21



Доцент Андрій Нічепорук

Дата

експерт

Anti-Plagiarism v-15.274 Educational

The maximum coincidence with one document 1.0%

Dictionaries check: en_US, ru_RU, ua_UA. Errors in the documents: 10%

ID: 241585 Title: БКР Програмно-технічний засіб керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження Added in a DB: 2025-05-21 Authors: Марк ІВАНЕНКО Heads: Юрій ВОЙЧУР Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	83294	643	1135 (1%)	19 (3%)

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Марк ІВАНЕНКО

Тема: Програмно-технічний засіб керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг дипломної роботи:

Кількість листів креслень 3; кількість сторінок записки 60

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень У роботі запропоновано програмно-технічний засіб керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню _____
Дипломний проект відповідає виданому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі проведено аналіз традиційних та сучасних методів дистанційного керування транспортними засобами. У другому розділі здійснено проектування програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі gsm модуля sim800l із функцією визначення місцезнаходження. У третьому розділі реалізовано прототип програмно-технічного засобу керування транспортним засобом на основі gsm модуля sim800l із функцією визначення місцезнаходження

4. Позитивні сторони роботи: Спроектований програмно-технічний засіб дозволяє визначати місцезнаходження транспортного засобу в режимі реального часу

5. Негативні сторони роботи: У роботі не розглянуто питання енергозабезпечення системи у випадках, коли транспортний засіб тривалий час не

використовується, що може вплинути на стабільність зв'язку та роботу модуля GPS.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи:
пояснювальна записка та листи креслення виконані згідно діючих вимог

7. Відгук про роботу в цілому: В загальному робота виконана на достатньому рівні.

8. Інші зауваження: -

9. Оцінка дипломної роботи:

Розглянувши позитивні та негативні сторони представленої дипломної роботи вважаю, що робота заслуговує оцінки добре

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Мартинюк Валерій Валерійович,
зав. кер. АКІТІ Р, ХНУ

“09” 06 2025р.



Завідувачу кафедри КІС
д-р. філософії, доц. Ользі ПАВЛОВІЙ

Марка ІВАНЕНКА

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-21-4

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Strike-Plagiarism та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

19 травня 2025 року



РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи Програмно-технічний засіб керування транспортним засобом на основі GSM модуля SIM800L із функцією визначення місцезнаходження
Автор Марк ІВАНЕНКО

Освітня програма Комп'ютерна інженерія та програмування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень

Спеціальність 123– Комп'ютерна інженерія

Науковий керівник: ДФ, Юрій ВОЙЧУР

На основі аналізу кваліфікаційної роботи на дотримання вимог академічної доброчесності (у т.ч. відсутності ознак академічного плагіату) з урахуванням результатів перевірки роботи спеціалізованим програмним засобом(ами) комісія зробила такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Ознаки академічного плагіату	
1.1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є академічним плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	Відповідає
1.2	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
1.3	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доопрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
1.4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття текстових запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
2	Інші види порушень академічної доброчесності	Не виявлено

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

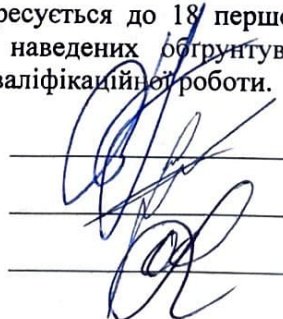
- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ ідентичності/схожості StrikePlagiarism, складає 5.8% і адресується до 18 першоджерела; та системою Anti-Plagiarism складає 1%, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІС



Юрій ВОЙЧУР

Андрій НІЧЕПОРУК

Ольга ПАВЛОВА