

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комп'ютеризована система моніторингу рівня тиску  
у шинах автомобіля

Виконав: студент IV курсу, групи СІс-42

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Самборик В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Луцків А.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Мудрик І.Я.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль

2024

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

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Самборику Владиславу Олександровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля

Керівник роботи Луцків Андрій Мирославович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «26» квітня 2024 року № 4.7-468

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Особливості сенсорів тиску у шинах авто, характеристики каналу передачі даних на основі Bluetooth, типи LCD-дисплеїв

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

Вступ. 1. Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля 2. Проектування архітектури комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля. 3. Середовище проектування та розробка прототипу системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Висновки

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

1. Типова структура системи контролю тиску у шинах автомобіля.

2. Структурна схема комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах авто.

3. Передавач і приймач системи моніторингу рівня тиску у шинах авто.

4. Структура системи моніторингу рівня тиску у шинах з кількома мікроконтролерами.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 25.04.2024

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Розробка і затвердження технічного завдання</i>	<i>01.02-09.02.2024</i>	
2.	<i>Аналіз технічного завдання</i>	<i>05.02-11.02.2024</i>	
3.	<i>Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля</i>	<i>25.04-03.05.2024</i>	
4.	<i>Проектування архітектури комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля</i>	<i>05.05-20.05.2024</i>	
5.	<i>Середовище проектування та розробка прототипу системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля</i>	<i>20.05-31.05.2024</i>	
6.	<i>Розробка інструкцій щодо використання комп'ютеризованої системи</i>	<i>03.06-09.06.2024</i>	
7.	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>10.06-15.06.2024</i>	
8.	<i>Оформлення кваліфікаційної роботи</i>	<i>16.06-20.06.2024</i>	
9.	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>14.06.2024</i>	
10.	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>24.06-28.06.2024</i>	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

*Самборик Владислав Олександрович* \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

*Луцків Андрій Мирославович* \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля // Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр // Самборик Владислав Олександрович // ТНТУ, спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»// Тернопіль, 2024 // с.– 73 , рис. – 41 , табл. – 3, аркушів А1 – 4, бібліогр. – 21.

Ключові слова: система, моніторинг, тиск, шина, автомобіль.

Реалізацію проекту комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля виконано шляхом застосування сенсорів тиску MP3V5050 і сенсора температури LM35. В якості мікроконтролера використано мікроконтролер Atmega16, а передачу даних організовано за допомогою Bluetooth.

У роботі розроблено програмне забезпечення для моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля і температури навколишнього середовища. Показники із сенсорів відображаються на LCD-дисплеї, а при перевищенні чи недостатності тиску у шинах спрацьовує звукове сповіщення із зумера.

У середовищі Proteus проведено симуляцію роботи розробленої комп'ютерної системи і перевірено її працездатність. Побудовані графіки залежності показників тиску і напруги на виході датчику тиску, а також залежності тиску від температури дають можливість підтвердити високу точність системи моніторингу.

## ABSTRACT

Computerized system for monitoring the pressure level in car tires// Bachelor's thesis // Samboryk Vladyslav // TNTU, speciality 123 «Computer engineering»// Ternopil, 2024 // p.– 73, fig. – 41 , tab. – 3, posters A1 – 4, ref. – 21.

Keywords: system, monitoring, pressure, tire, vehicle.

The implementation of the project of a computerized system for monitoring the level of pressure in car tires was carried out by using MP3V5050 pressure sensors and an LM35 temperature sensor.

Microcontroller Atmega16 is used as a microcontroller, and data transfer is organized using Bluetooth. In the work, software was developed for monitoring the level of pressure in car tires and the temperature of the environment. Indicators from the sensors are displayed on the LCD display, and in case of excess or insufficient pressure in the tires, a sound notification from the buzzer is triggered.

In the Proteus environment, a simulation of the work of the developed computer system was carried out and its performance was checked. Constructed graphs of pressure and voltage indicators at the output of the pressure sensor, as well as the dependence of pressure on temperature, make it possible to confirm the high accuracy of the monitoring system.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВИМОГ ДО КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ТИСКУ У ШИНАХ АВТОМОБІЛЯ.....	9
1.1 Призначення та основні характеристики комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля .....	9
1.2 Аналіз функцій та вимог до системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля .....	12
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ТИСКУ У ШИНАХ АВТОМОБІЛЯ .....	18
2.1 Дизайн архітектури комп'ютеризованої системи моніторингу тиску у шинах авто .....	18
2.2 Комп'ютеризована система контролю рівня тиску на основі SoC.....	22
2.3 Структура і характеристики мікроконтролера системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля.....	25
2.4 Сенсор для визначення рівня тиску у шинах автомобіля .....	26
2.5 Сенсор температури LM 35 у системі моніторингу рівня тиску у шинах авто .....	28
2.6 Bluetooth модуль .....	33
РОЗДІЛ 3 СЕРЕДОВИЩЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ТИСКУ У ШИНАХ АВТОМОБІЛЯ .....	36
3.1 Аналіз функціональності середовища Proteus при моделюванні системи контролю рівня тиску у шинах авто .....	36

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Самборик В.О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Луцків А.М.				6	
Реценз.					<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42</i>		
Н. Контр.		Луцик Н.С.					
Затверд.		Осухівська Г.М.					

3.2	Налаштування програмного комплексу Proteus для проектування схеми мікроконтролера моніторингу тиску у шинах автомобіля .....	39
3.3	Принцип програмування мікроконтролера за допомогою Proteus.....	44
3.4	Проектування та оцінювання ефективності схеми мікроконтролера для моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля .....	45
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ....		51
4.1	Оцінка майбутнього фізичного та психологічного навантаження на людину, яка обслуговує пристрій.....	51
4.2	Фізіологічний вплив факторів існування на життєдіяльність людини.....	53
ВИСНОВКИ .....		57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		58
Додаток А Технічне завдання		

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						7
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## ВСТУП

Сучасний автомобільний транспорт є невід'ємною складовою повсякденного життя мільйонів людей по всьому світу. Безпека, ефективність і комфорт експлуатації транспортних засобів залежать від різних факторів, серед яких одним з ключових є стан шин.

Тиск у шинах безпосередньо впливає на керуваність автомобіля, зчеплення з дорогою, витрату палива та знос шин. З метою забезпечення оптимальних умов експлуатації та підвищення рівня безпеки, все більша увага приділяється розробці та впровадженню комп'ютеризованих систем моніторингу рівня тиску в шинах.

Комп'ютеризовані системи моніторингу тиску в шинах представляють собою інноваційні рішення, які дозволяють відстежувати стан тиску в кожній шині автомобіля та своєчасно інформувати водія про відхилення від норми. Це сприяє запобіганню аварійним ситуаціям, зниженню витрат на обслуговування та підвищенню загальної ефективності використання транспортного засобу.

Актуальність розробки комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску в шинах зумовлена таким ключовим фактором як безпека на дорозі. Неправильний тиск у шинах є однією з головних причин дорожньо-транспортних пригод. Зниження або підвищення тиску в шинах може призвести до погіршення керуваності автомобіля, збільшення гальмівного шляху та підвищення ризику втрати контролю над транспортним засобом. Своєчасне виявлення відхилень дозволяє запобігти небезпечним ситуаціям. Правильно відрегульований тиск у шинах сприяє зменшенню витрати палива. Таким чином, система моніторингу тиску дозволяє знизити експлуатаційні витрати та зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу.

Розробка комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску в шинах є важливим кроком у контексті забезпечення безпеки дорожнього руху, економії ресурсів та покращення екологічного стану навколишнього середовища.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



# РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВИМОГ ДО КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ТИСКУ У ШИНАХ АВТОМОБІЛЯ

1.1 Призначення та основні характеристики комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля

Комп'ютеризована система моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля (англ. «TPMS - Tire Pressure Monitoring System») є важливою складовою сучасного автомобільного обладнання. Її основне призначення полягає у забезпеченні безпеки водія та пасажирів, оптимізації експлуатаційних характеристик автомобіля, а також у зниженні витрат на обслуговування і ремонти.

Підвищення безпеки дорожнього руху із застосуванням комп'ютеризованої системи досягається шляхом виявлення відхилень тиску від показника визначеного заводом виробником шин. Система TPMS постійно контролює тиск у всіх шинах автомобіля та миттєво повідомляє водія про будь-які відхилення від норми. Це дозволяє своєчасно визначати такі несправності, як проколи або повільні витоки повітря, що можуть призвести до аварійних ситуацій на дорозі.

Окрім цього, комп'ютеризована система моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля дає змогу запобігати аваріям. Шини з недостатнім або надмірним тиском можуть впливати на керованість автомобіля, зчеплення з дорогою та ефективність гальмування. Завдяки системі моніторингу водій може оперативно реагувати на зміни рівня тиску, що значно знижує ризик аварійних ситуацій, пов'язаних з несправністю шин.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Самборик В.О.</i>			<i>Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Луцків А.М.</i>					9	
<i>Реценз.</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

Оптимізація експлуатаційних характеристик автомобіля може проявлятися у покращенні ефективності паливної системи. Шини з правильним тиском сприяють зменшенню опору коченню, що в свою чергу знижує витрати палива. Система контролю тиску у шинах допомагає підтримувати його оптимальний рівень, що позитивно впливає на економічність автомобіля.

Важливим у забезпеченні оптимізації експлуатаційних характеристик авто є збільшення терміну служби шин, тобто правильний тиск у шинах сприяє рівномірному зносу протектора і дає можливість подовжити термін експлуатації шин. Водій, який проінформований про необхідність корекції тиску, може своєчасно вжити заходів для підтримання оптимальних умов роботи шин.

Система контролю тиску у шинах автомобіля дозволяє також знизити витрати на його обслуговування та ремонт. Постійний моніторинг тиску дозволяє уникнути передчасного зносу шин та інших компонентів підвіски автомобіля, що виникає через невідповідність показників тиску визначеному рівню, а це в свою чергу дозволяє знизити витрати на ремонт і заміну зношених деталей.

Низький тиск у шинах може призвести до їх перегріву та розриву, особливо під час тривалих поїздок або при високих швидкостях. Система контролю рівня тиску знижує ризик таких пошкоджень.

TPMS здійснює автоматичний моніторинг тиску в режимі реального часу, звільняючи водія від необхідності регулярно перевіряти його вручну. Це підвищує комфорт та зручність експлуатації автомобіля.

Сучасні комп'ютеризовані системи контролю рівня тиску у шинах автомобіля повинні бути оснащені зручним користувацьким інтерфейсом, який відображає поточний тиск у шинах та попереджує про відхилення від норми через візуальні або звукові сигнали. Деякі системи також мають мобільні додатки для віддаленого моніторингу.

Правильний тиск у шинах сприяє зниженню витрат палива, що в свою чергу зменшує викиди CO<sub>2</sub> в атмосферу. Використання системи контролю допомагає підтримувати екологічну безпеку транспортного засобу.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>10</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Комп'ютеризована система моніторингу тиску у шинах автомобіля є критично важливим елементом сучасного транспортного засобу. Вона забезпечує безпеку, покращує експлуатаційні характеристики автомобіля, знижує витрати на обслуговування і ремонти, а також сприяє збереженню навколишнього середовища. Завдяки таким системам водії можуть впевнено і безпечно керувати своїми транспортними засобами, насолоджуючись комфортом і зручністю, які надає ця система.

Метою розробки комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля (TPMS) є створення надійної, ефективної та зручної у використанні системи, яка забезпечить підвищення безпеки дорожнього руху, оптимізацію експлуатаційних характеристик автомобіля, зниження витрат на обслуговування та ремонти, а також сприятиме екологічній безпеці.

Для того, щоб досягти поставленої мети кваліфікаційної роботи потрібно розв'язати наступні типи задач:

- провести аналітичний огляд існуючих рішень і підходів до розробки комп'ютерних систем типу TPMS;
- визначити функціональні вимоги до комп'ютеризованої системи і провести їх деталізацію;
- визначити технічні вимоги щодо точності і частоти проведення вимірювань показників тиску у шинах, а також сумісності з різними типами транспортних засобів;
- спроектувати архітектуру комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах авто;
- обґрунтувати вибір апаратних компонентів системи;
- визначити способи передачі та обміну повідомленнями між сенсорами і центральним блоком керування;
- розробити програмне забезпечення для постійного моніторингу показників тиску у шинах авто і температури навколишнього середовища;
- провести моделювання роботи спроектованої системи у середовищі, що дозволяє симулювати її роботу.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						11
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Важливою характеристикою комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля є застосування бездротового типу датчиків тиску з високою точністю вимірювання та автономним джерелом живлення. Окрім цього, доцільно використовувати ще зовнішній температурний сенсор, показники якого прямо пропорційні до показників сенсора тиску.

Для забезпечення опрацювання даних із датчиків потрібно застосовувати високопродуктивний мікроконтролер і достатній об'єм оперативної пам'яті з можливістю збереження історії вимірювань та налаштувань.

Комп'ютеризована система моніторингу тиску у шинах повинна забезпечувати постійний контроль і забезпечувати сповіщення водія у випадку виявлення невідповідності тиску визначеним нормам за допомогою звукового сигналу та відображення на дисплеї.

Компоненти системи повинні бути автоматично налаштовуваними та каліброваними при заміні шин, а термін експлуатації джерела живлення у вигляді батарейок чи акумуляторів мають бути довготривалими. Комп'ютеризована система повинна ефективно працювати при температурі від -40 до +85 градусів Цельсія, а передача даних має бути стабільною на відстані до 30 м. Час відгуку та реакції на зміни тиску не повинен перевищувати 2 секунди.

Комп'ютеризована система моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля є комплексним рішенням, яке забезпечує високий рівень безпеки, зручність у використанні та надійність у роботі. Завдяки поєднанню передових технологій у сфері датчиків, обробки даних та безпроводних комунікацій, така система сприяє підвищенню ефективності експлуатації транспортного засобу, зменшенню витрат на обслуговування та покращенню загального комфорту для водія.

## 1.2 Аналіз функцій та вимог до системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля

Загалом до комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля висувають вимоги, які можна категоризувати у групи

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

функціональних вимог, вимог надійності і безпеки, експлуатаційних та вимог до сумісності.

Серед функціональних вимог можна виділити клас вимог, кі стосуються проведення вимірювання рівня тиску і температури шини та їх моніторингу.

Одна з таких вимог полягає у тому, що система повинна постійно моніторити тиск у всіх шинах автомобіля в режимі реального часу. Точність вимірювання повинна задовольняти значенням похибки, які коливаються в діапазоні  $\pm 0,1$  Бар. Окрім цього, система повинна працювати в діапазоні вимірювання рівня тиску від 0 до 5 Бар.

До складу комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску повинна входити підсистема сповіщення, основна функціональність якої полягає у попередженні водія про низький або високий тиск у шинах.

Система також повинна виводити інформацію про проблему на дисплей та/або відправляти сповіщення на мобільний пристрій водія.

До складу комп'ютеризованої системи на рівні апаратних компонентів повинні входити:

- сенсори тиску;
- пристрої безпроводної передачі даних;
- джерело живлення;
- центральний блок управління.

Сенсори тиску, які використовуються у системі повинні відповідати високому класу точності і мають бути встановленими на кожному колесі автомобіля.

Для передачі даних з сенсорів тиску і температури до центрального блоку управління комп'ютеризованої системи повинні відбуватися безпроводним шляхом, наприклад із використанням радіочастотного підходу або Bluetooth. Кожен з датчиків повинен бути оснащеним автономним джерелом живлення з тривалим терміном служби.

До складу центрального блоку опрацювання даних повинні входити достатньо потужний процесор і такий об'єм пам'яті, щоб забезпечити

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опрацювання даних у реальному часі. Центральний блок повинен бути оснащений або комунікувати з дисплеєм для відображення поточного тиску в кожній шині і сповіщень про відхилення.

Інтерфейс користувача на програмному рівні має бути простим і зрозумілим, а також повинен дозволяти проводити налаштування параметрів системи та порогових значень тиску. Як розширення та перспектива розвитку комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах може застосовуватися мобільний додаток для забезпечення можливості віддаленого моніторингу та отримання сповіщень на смартфон водія.

Дані про тиск всередині шин і температуру навколишнього середовища при передачі до центрального блоку керування мають бути захищеними і запобігати несанкціонованому доступу. При використанні комп'ютеризованої системи можуть застосовуватися механізми автентифікації.

Датчики системи і центральний блок управління моніторингом тиску у шинах повинні бути стійкими до впливу пилу, вологи, температурних коливань та механічних навантажень, а центральний блок повинен містити резервне джерело живлення на випадок виходу з ладу основного джерела.

Щодо вимог експлуатації комп'ютеризованої системи моніторингу тиску і температури, то система повинна бути простою у встановленні та не вимагати спеціальних інструментів або навичок.

Джерела живлення, наприклад, батарейки або акумулятори датчиків повинні бути легко замінними і система має володіти функцією самодіагностики для виявлення та повідомлення про несправності компонентів.

Комп'ютеризована система повинна відповідати вимогам сумісності з різними типами транспортних засобів, включно з легковими і вантажними автомобіля, а також мотоциклами. Окрім цього, потрібно забезпечити можливість її інтеграції з більш комплексними програмно-апаратними засобами, які використовуються в автомобілях.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						14
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Комп'ютеризована система моніторингу тиску у шинах авто має задовольняти принципам масштабованості і розширюваності за допомогою внесення змін у її конфігурацію

Дотримання визначених вище загальних вимог забезпечить надійну, функціональну та зручну у використанні комп'ютеризовану систему моніторингу тиску у шинах автомобіля, яка сприятиме підвищенню безпеки дорожнього руху та оптимізації експлуатаційних витрат.

Вимогами щодо способу і засобу взаємодії між компонентами системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля є підтримка заданого рівня надійності і стабільності зв'язку при обміні даними. Безперервність комунікації повинна бути організована між сенсорами тиску і температури та центральним пристроєм керування системи, незалежно від умов експлуатації автомобіля. Стабільний радіус дії при комунікації між апаратними складовими системи повинен становити не більшим за 30 м з врахуванням можливості інтеграції системи у вантажних авто: Окрім цього, використовувані засоби зв'язку повинні бути стійкими до електромагнітних перешкод, що можуть виникати від інших електронних пристроїв у автомобілі або у навколишньому середовищі.

Система повинна забезпечувати високу швидкість передачі даних для оперативного інформування водія про стан шин, тобто час затримки при передачі даних повинен бути мінімальним.

Датчики і центральний блок обробки даних повинні постійно взаємодіяти в режимі реального часу для забезпечення своєчасного виявлення і попередження про відхилення від нормального тиску.

Засоби зв'язку, які використовуються у комп'ютеризованій системі мають бути оптимізовані під мінімальне споживання енергії, що є особливо важливим для датчиків, які працюють від батарейок.

Для сенсорів і блоку керування необхідно передбачити можливість переходу в сплячий режим, зокрема, коли автомобіль не використовується. Це дозволить зберегти заряд батарей.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						15
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля включають забезпечення надійності і стабільності зв'язку, ефективності передачі даних, безпеки, енергозбереження, сумісності та масштабованості, а також простоти встановлення та обслуговування.

Вимоги до діагностики системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля передбачають можливість самодіагностики, тобто повинна бути реалізована функціональність регулярної перевірки працездатності усіх компонентів і виявлення потенційних проблеми без участі водія.

Окрім самодіагностики, потрібно забезпечити можливість проведення ручної діагностики через інтерфейс користувача або мобільний додаток для перевірки стану системи за запитом.

Система повинна точно ідентифікувати тип несправності, наприклад, низький рівень заряду батареї в датчику, відсутність зв'язку з датчиком, несправність сенсора або центрального блоку. Також повинна бути розроблена процедура встановлення конкретного колеса з несправністю або конкретного датчика.

Засобами діагностики і сигналізації несправностей можуть виступати візуальні та звукові сповіщення, які реалізуються за допомогою дисплею і зумера відповідно. При діагностиці можуть застосовуватися зовнішні засоби виявлення несправностей.

Система діагностики повинна бути інтегрована з іншими бортовими системами автомобіля для отримання додаткових даних і підвищення точності діагностики.

Вимоги до діагностики системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля включають функціональність самодіагностики, точне виявлення і локалізацію несправностей, ефективне сповіщення про проблеми, збереження історії несправностей, зручність використання, підтримку автоматичного оновлення ПЗ і інтеграцію з іншими системами автомобіля.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16



До перспектив розвитку та модернізації комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля належить можливість інтеграції з іншими бортовими системами. Це стосується розширення функціональності за рахунок інтеграції з іншими бортовими системами автомобіля, зокрема із:

- системою контролю стабільності (ESP);
- антиблокувальною системою гальм (ABS);
- системою контролю тяги.

Це дозволить автоматично коригувати дії автомобіля в екстремальних ситуаціях на основі даних про тиск у шинах.

Серед перспектив розвитку комп'ютеризованої системи варто відмітити здатність переходу на датчики тиску нового покоління, які є більш точними та енергоефективними. Додавання функції моніторингу температури шин також дозволить водію отримувати більш повну інформацію про стан шин і передбачати можливі проблеми.

Перспективним є впровадження технологій для оцінки зносу шин, що дозволить своєчасно виявляти необхідність їх заміни шин та забезпечить зниження ризиків аварій через зношені шини.

Впровадження голосових помічників, таких як Google Assistant або Amazon Alexa, для управління системою моніторингу тиску у шинах за допомогою голосових команд відноситься до перспективних технологій, які можуть застосовуватися у системі моніторингу тиску у шинах авто.

Перспективи розвитку та модернізації системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля включають інтеграцію з іншими бортовими системами автомобіля, покращення функціональності та діагностики, підвищення зручності використання та безпеки, зменшення енергоспоживання, спрощення обслуговування, і розширення функціональних можливостей.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ТИСКУ У ШИНАХ АВТОМОБІЛЯ

### 2.1 Дизайн архітектури комп'ютеризованої системи моніторингу тиску у шинах авто

Одна з головних причин серйозних дорожньо-транспортних пригод полягає у несправності ходової частини авто, зокрема, неякісних шин або не контрольованого тиску у них. Це призводить до того, що вони можуть лопати, або рівень тиску може перевищувати визначений рівень чи бути недостатнім.

Враховуючи стрімке зростання та використання транспортних засобів і водночас недосконалість систем контролю тиску у шинах можна спостерігати наслідки дорожньо-транспортних пригод, які закінчуються летально. Отже, кількість дорожньо-транспортних пригод також зростає разом і

Коли виходить з ладу шина, то це викликає значене занепокоєння водіїв, оскільки передбачити виникнення такої ситуації дуже складно. Розрив шини в основному спричинений ненормальним тиском та високою температурою шини. Таким чином, дорожньо-транспортним пригодам можна запобігти, якщо забезпечити регулярність контролю тиску у шинах під час руху [1].

У багатьох нових автомобілях високого класу контроль тиску в шинах є частиною стандартного обладнання. У минулому це, як правило, досягалося шляхом розширення можливостей антиблокувальної гальмівної системи (ABS) з використанням диференціального вимірювання швидкості обертання (від колеса до колеса) як критерію для перевірки, чи була одна шина недостатньо накачаною [2].

На жаль, точність і час відгуку системи цього типу були недостатньо високими, щоб задовольнити вимоги безпеки. Окрім цього, при застосуванні

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Самборик В.О.</i>			<i>Проектування архітектури комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Луцків А.М.</i>					18	
<i>Реценз.</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

таких систем не можна забезпечити надійне попередження, якщо всі шини були недостатньо накачані, оскільки в основі даного підходу лежить диференціальне вимірювання. У таких системах потрібне втручання користувача, щоб скинути систему після будь-якого періоду технічного обслуговування шин.

Використовуване схемотехнічне рішення базується на системі, яка контролює тиск, рух, температуру та напругу акумулятора на кожній шині. Ця інформація обробляється, і дані передаються від кожного колеса до центрального контролера автомобіля, де, якщо необхідно, водій отримує попередження про небезпечну ситуацію.

Інформація, яка надається водієві, може бути такою ж простою, як сигнал тривоги, або такою складною, як цифровий дисплей на приладовій панелі, що показує тиск у кожній окремій шині. Деякі системи можуть також включати можливість запитуваного зчитування або Pressure On Demand (POD) [3].

Тому ненормальний тиск в шинах впливає на якість і безпеку водіння автомобіля. Дослідження показують, що якщо тиск у шині підтримується на рівні, близькому до його стандартного значення, і зміни тиску виявляються вчасно, можливого розриву шини можна уникнути. Тому багато інженерів і дослідників все ще працюють над системою контролю тиску в шинах (TPMS) [4]. Системи контролю тиску у шинах можна розділити на два типи:

- засновані на швидкості колеса і є непрямим вимірюванням тиску у шинах;
- деякі датчики тиску у колесах негайно передають сповіщення про невідповідність передбаченому рівню; інші, які вимикаються під час стоянки, прокидаються лише після того, як автомобіль досяг мінімальної швидкості (зазвичай 24 км/год).

Для фахівця, який обслуговує авто на перегонах доступні канали RS232, які дозволяють надсилати умови через комп'ютерну телеметрію в бокс [5-9]. Для приймача/дисплея, зазвичай, потрібне джерело живлення 12 або 24 В постійного струму, яке вмикається разом із запалюванням.

Варіанти включають комбінований дисплей і приймач або окремий дисплейний модуль і приймальний модуль із з'єднувальним шнуром [10].

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При прямих вимірюваннях рівня тиску у шинах різниця між швидкостями кожного колеса порівнюється за допомогою системи датчика швидкості коліс антиблокувальної системи гальм (ABS) [11]. Недоліком цієї системи є те, що вона не може працювати, якщо автомобіль рухається зі швидкістю понад 100 км/год або якщо дві шини недокачані. Таким чином, цей тип систем працює лише тоді, коли швидкість коліс досягає певного діапазону [8].

Наступний тип систем контролю тиску у шинах заснований на датчику тиску, і він називається прямим TPMS. Ця система використовує датчики тиску і температури, які встановлені в кожній шині; це безпосередньо вимірює тиск і температуру в шині, а потім відображає контрольований рівень у кожній з них [10]. У системі передбачено наявність спеціального звукового сигналу, коли показники температури і тиску досягають максимального рівня. У системах дистанційного вимірювання та контролю тиску і температури в шинах автомобіля під час руху батарею не можна ефективно замінити, тому пропонується розширену конструкція з низьким енергоспоживанням.

У США всі компанії-виробники автомобілів повинні встановлювати систему безпосереднього контролю тиску в шинах на всіх транспортних засобах, які раніше продавалися або вироблялися.

Структура типової системи дистанційного моніторингу тиску у шинах показана на рис. 2.1.

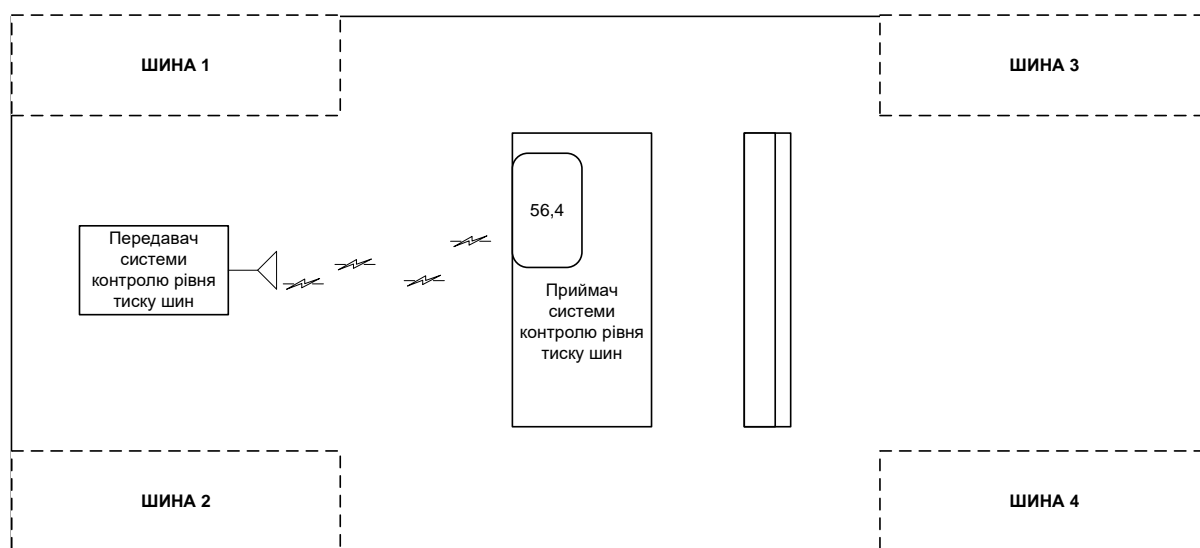


Рисунок 2.1 – Типова структура системи контролю рівня тиску у шинах авто

Важливість функціонування шин із заданим рівнем тиску допомагає забезпечити належне керування транспортним засобом, уникаючи передчасного зносу шин. Правильний тиск для автомобіля чітко вказано у таблиці з інформацією про шини або всередині дверцят бардачка. На ярлику також зазначено рівень навантаження та розмір шин (включаючи запасні).

Крім того, шини надмірно згинаються, що призводить до швидшого зношування та додаткового нагрівання. Центральна частина протектора зношується через надмірний тиск у шині [1]. У шинах немає нормальної гнучкості, тому це створює навантаження на шари та боковини.

Системи контролю тиску в шинах (TPMS) на основі Bluetooth або бездротової технології, які застосовується у проекті, також можуть використовуватися в широкому діапазоні прикладних застосувань.

Усі компоненти та електронні системи, які інтегровані в одну мікросхему, називаються системою на кристалі (SoC). Підкладка з одним чіпом може містити аналоговий, цифровий або змішаний сигнал і часто підтримує радіочастотну передачу даних. Завдяки низькому енергоспоживанню SoC, дуже широко використовується в мобільній електроніці. Вбудована система є одним із основних застосувань SoC.

Інтегральні схеми (IC), зазвичай, поділяються на цифрові та аналогові, зокрема мікропроцесори або операційні підсилювачі. IC зі змішаним сигналом – це мікросхеми, які містять як аналогові, так і цифрові схеми на одній мікросхемі.

Мікросхеми цієї категорії в основному використовуються в мобільних телефонах 3G і портативних технологіях пристроїв, як у ПК. Цифрові пристрої часто використовують мікросхеми зі змішаним сигналом, оскільки вони перетворюють аналогові сигнали в цифрові сигнали, а цифрові сигнали - в аналогові. Наприклад, у FM-тюнерах мікросхеми зі змішаним сигналом є одним із основних компонентів, а цифрові підсилювачі також є важливим компонентом для цифрових пристроїв, таких як медіаплеєр.

Аналоговий сигнал (наприклад, світлова хвиля, звук або FM-радіопередача) можна оцифрувати за допомогою аналого-цифрового

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		21

перетворювача, такі мікросхеми зі змішаним сигналом є найменшими та енергоефективними, як форм-фактор останніх технологій.

Технології живлення через Ethernet також часто використовують мікросхеми змішаного сигналу. «Сигнал» аналогового живлення передається разом із сигналом цифрових даних (Ethernet) через той самий дріт, де ІС змішаного сигналу допускає цю технологію. Виготовлення та проектування мікросхем зі змішаним сигналом складніша, ніж інтегральних схем лише цифрового чи аналогового типу. Загальний джерело живлення використовується як для цифрових, так і для аналогових компонентів для забезпечення ефективності інтегральних схем зі змішаним сигналом.

## 2.2 Комп'ютеризована система контролю рівня тиску на основі SoC

Управління живленням вважається одним із головних аспектів у розробці систем моніторингу тиску в шинах (TPMS), що працюють від батареї, оскільки це допомагає продовжити термін її служби. Існує багато методів, які можна використати для розробки низькопотужної системи моніторингу тиску в шинах і обслуговування. Одним із найвідоміших методів зниження потужності є метод робочого циклу. Це наводить на думку про реалізацію TPMS у поєднанні з окремою схемою Bluetooth, особливо з дуже низькою потужністю (активною або пасивною) RFID, єдиною метою якої є виявлення сигналу-запиту [13].

Систему контролю рівня тиску у шинах можна спроектувати за допомогою:

- інтегрованого мікроконтролера PIC або DSP малої потужності,
- датчиків температури і тиску, що здатні генерувати аналогові значення параметрів напруги.

Показники із сенсорів температури і тиску подаються на вхід до процесора або контролера через аналого-цифровий перетворювач.

Оскільки керування живленням пов'язане із замком запалюванням автомобіля, то у цьому випадку досягається передача електроенергії.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Інтерфейс SPI є ще однією перевагою, яка допомагає прискорити час індикації. До його складу входить MOSI, MISO, SCLK і SS. Даний інтерфейс має багато застосувань при організації і забезпеченні зв'язку на короткі відстані. На рис. 2.2 показано структуру, яка пропонується при організації системи контролю рівня тиску у шинах.

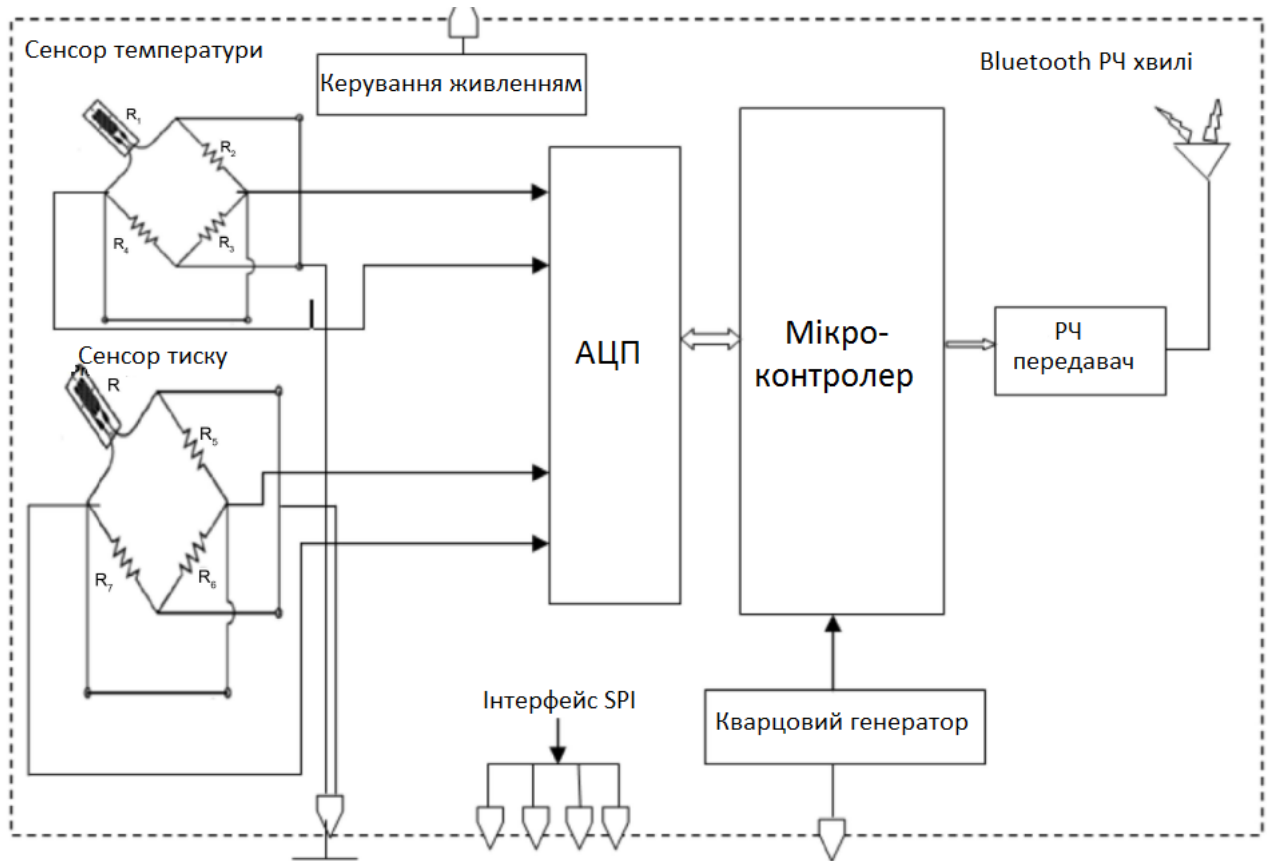


Рисунок 2.2 – Структурна схема системи контролю рівня тиску у шинах автомобіля

Значення опору можна розрахувати за допомогою формул (2.1) і (2.2.):

$$\frac{P}{R_4} = \frac{R_2}{R_3} \quad (2.1)$$

$$P = \frac{R_2 R_4}{R_3} \quad (2.2)$$

Структурну схему передавача системи контролю тиску у шинах проілюстровано на рис. 2.3.

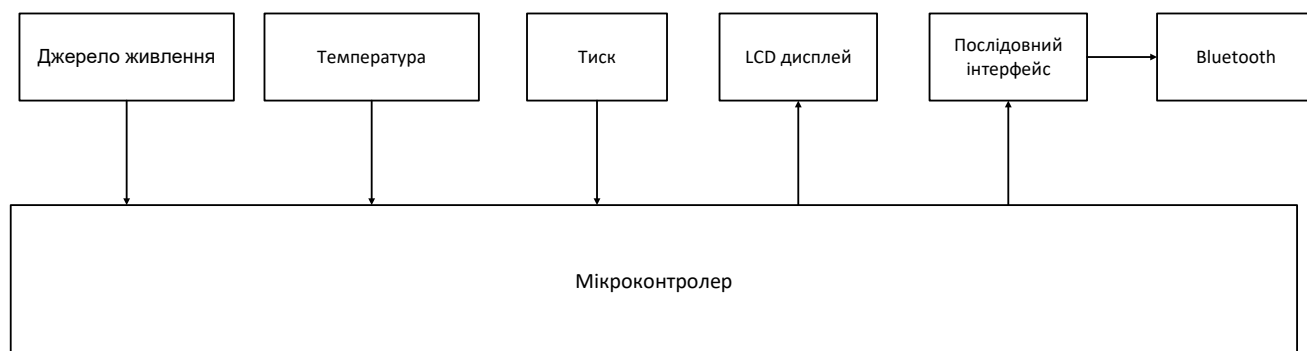


Рисунок 2.3 – Структурна схема передавача показників тиску у шинах

На рис. 2.4 показано структурну схему приймача системи контролю тиску у шинах автомобіля.

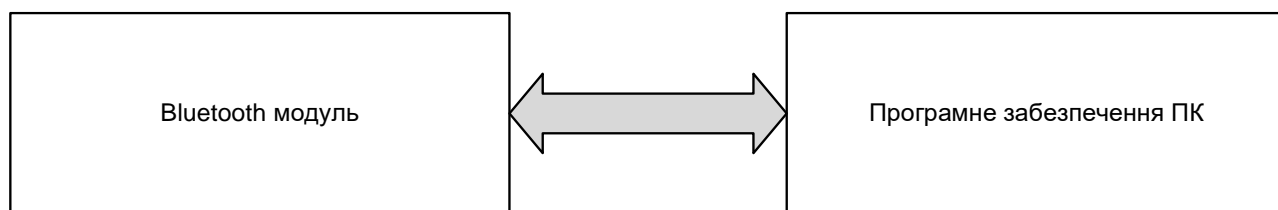


Рисунок .2. 4 – Структурна схема приймача у системі контролю рівня тиску у шинах автомобіля

Під час функціонування, обслуговування та моніторингу шин життєво важливо мати можливість ідентифікувати шину, виміряти її параметри (тиск, температуру тощо) і вести облік її експлуатації.

Частина передавача, схему якого показано на рис. 2.3, закріплена всередині шин автомобіля. Він складається з датчика тиску, датчика температури та блоку мікроконтролера. Датчик тиску забезпечує відповідно вимірювання тиску у шині, а сенсор температури – рівень її нагрівання.

Виміряна температура і тиск від відповідних сенсорів передаються на мікроконтролер. А сам мікроконтролер заздалегідь запрограмований на моніторинг цих показників.



Потім контрольний сигнал передається на блок приймача через блок SoC. Блок SoC зі змішаним сигналом має здатність перетворювати цифровий сигнал на аналоговий і навпаки для передачі сигналу на сторону приймача системи через модем Bluetooth.

Далі сигнал відображається на стороні приймача програмного забезпечення ПК, розробленого для індикації вимірювання. Коли сигнал отримується від шини автомобіля через блок інтегральної мікросхеми, він надсилається до мікроконтролера. Якщо температура або тиск високі чи низькі, це буде відображено через модуль РК-дисплея. Тоді водій може приймати рішення щодо керування транспортним засобом.

### 2.3 Структура і характеристики мікроконтролера системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля

Технологія вбудованих систем передбачає виготовлення невеликих мікроконтролерів із низьким споживанням енергії, таких як Microchip PIC micro MCU або DSPIC Digital Signal PIC Controller (DSC).

Комбінація блоку мікропроцесора (подібно до принципу організації настільного ПК з центральним процесором) з деякими іншими додатковими схемами, які називаються «периферійними пристроями», забезпечує невеликий розмір модуля керування з периферією на одному чіпі і є мікроконтролером.

Для забезпечення низької вартості цифрового керування деякі електронні та механічні пристрої можуть бути вбудовані в єдиний пристрій. Крім того, цей мікроконтролер потребує низької потужності для своєї роботи, що необхідно для проектування системи з низьким енергоспоживанням.

Схема зумера може бути підключена до приймача або головного модуля разом із РК-дисплеєм, щоб попередити водія про зростання та падіння тиску в кожній шині. Значення відображаються на РК-моніторі, який відображає значення системи контролю тиску в шинах у реальному часі. Коли значення тиску в шинах перевищує задані значення в будь-якій із шин, включається зумер. Відповідно водій може вжити коригувальні дії.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

## 2.4 Сенсор для визначення рівня тиску у шинах автомобіля

Для вимірювання тиску у шині авто пропонується використати п'єзорезистивний датчик серії перетворювача MP3V5050. Даний сенсор є монолітним кремнієвим датчиком, що призначений для широкого діапазону застосувань, але особливо тих, у яких використовується мікроконтролер або мікропроцесор із входами АЦП. Цей запатентований одноелементний перетворювач поєднує передові технології мікрообробки, тонкоплівкову металізацію та біполярну обробку для забезпечення точного аналогового вихідного сигналу високого рівня, пропорційного прикладеному тиску. На рис. 2.5 показано зовнішній вигляд датчика тиску.



Рисунок 2.5 – Сенсор тиску MP3V5050

Основними характеристиками датчика тиску є максимальна похибка на рівні 2,5% при температурі від 0°C до 85°C. Він ідеально підходить для систем на основі мікропроцесорів або мікроконтролерів. Його температурна компенсація від -40°C до +125°C.

Такий тип сенсора тиску може ефективно застосовуватися в таких областях як:

- керування насосом/двигуном;
- робототехніка;
- датчики рівня тиску;
- медична діагностика;

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- реле тиску;
- вимірювання артеріального тиску.

На рис. 2.6 показано блок-діаграму внутрішньої схеми, вбудованої в мікросхему датчика тиску.

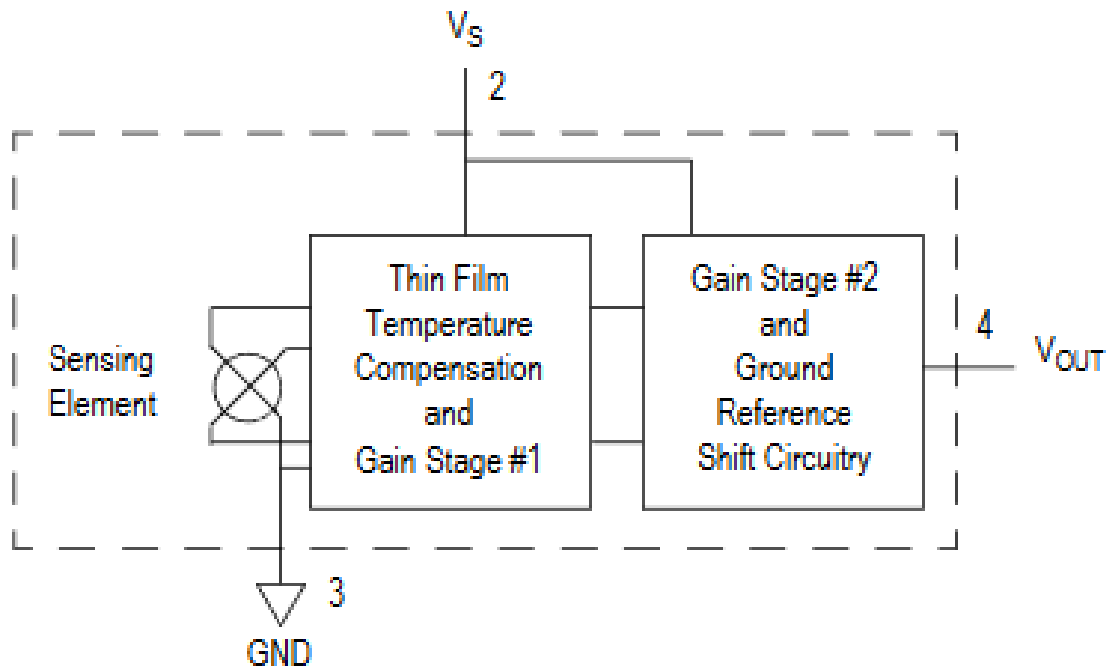


Рисунок 2.6 – Структурна схема датчика тиску

Виводи і їх призначення сенсора тиску MP3V5050 наведено на рис. 2.7 та у табл. 2.1 відповідно.

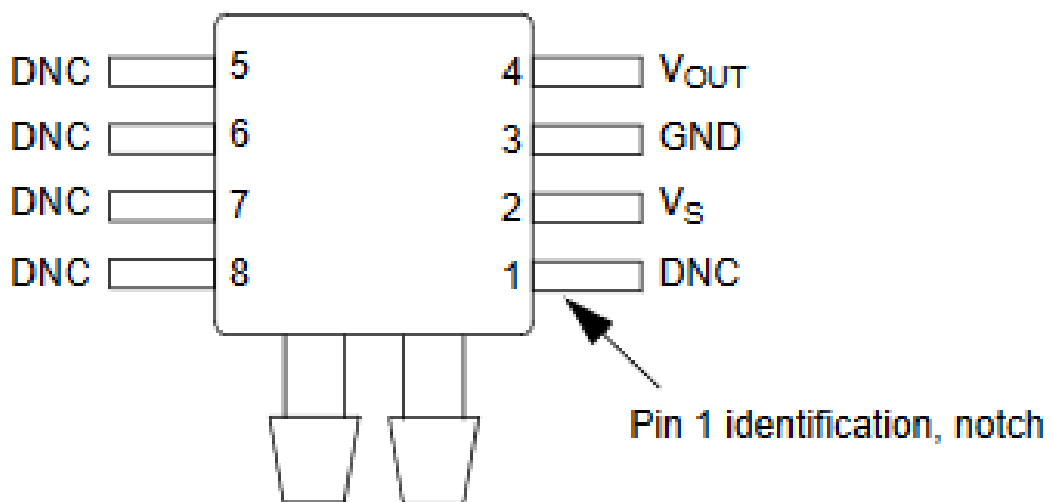


Рисунок 2.7 – Виводи сенсора тиску MP3V505

Таблиця 2.1 – Призначення виводів датчика тиску

Номер виводу	Позначення	Призначення
1	DNC	Не підключається до зовнішніх схем або заземлення. Вивід 1 позначено насічкою.
2	VS	Напруга живлення
3	GND	Заземлення
4	VOUT	Вихідна напруга
5	DNC	Не підключається до зовнішніх схем або заземлення.
6	DNC	Не підключається до зовнішніх схем або заземлення.
7	DNC	Не підключається до зовнішніх схем або заземлення.
8	DNC	Не підключається до зовнішніх схем або заземлення.

Враховуючи наведені вище технічні характеристики датчика тиску MP3V505 та особливості запропонованої структури комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля можна зробити висновок про доцільність його застосування у даному проекті.

## 2.5 Сенсор температури LM 35 у системі моніторингу рівня тиску у шинах авто

Прецизійні датчики температури з інтегральною схемою належать до серії LM35, де температура за Цельсієм (за Цельсієм) прямо пропорційна напрузі на виході. Завдяки перевазі LM35 над лінійними датчиками температури, відкаліброваними у градусах Кельвіна, для отримання зручного масштабування

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за Цельсієм немає необхідності відкидати велику постійну напругу від напруги на виході.

Щоб забезпечити точність  $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$  при кімнатній температурі та  $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$  у повному діапазоні температур від  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+150^{\circ}\text{C}$ , датчик LM35 не потребує будь-якого іншого калібрування чи налаштування. Сенсор температури LM35 є найбільш широко використовуваним типом периферійного пристрою при побудові комп'ютерних і комп'ютеризованих систем з необхідністю вимірювання значень показників температури повітря. Зняття показів температури передбачає аналіз вихідної напруги з відповідного виводу сенсора з врахуванням кроку зміни напруги 10,0 мВ, що відповідає одному градусу Цельсія.

Для забезпечення можливості отримання та опрацювання даних з вихідного контакту LM35, його можна підключати до аналогово-цифрового перетворювача, або будь-якого контролера, який підтримує цифрову передачу даних.

Проектуючи систему контролю рівня тиску у шинах автомобіля необхідно враховувати співвідношення за якого  $0^{\circ}\text{C}$  відповідатиме напруга з таким же нульовим номіналом, а при показнику 1В значення температури буде становити  $100^{\circ}\text{C}$ . Це означає, що показник температури, одержаний з LM35, є прямопропорційним до значення напруги помноженого на 100 [12].

До переваг температурного датчика LM35 можна віднести те, що він є прецизійним, і на відміну від інших лінійних сенсорів, не потребує додаткового визначення компоненти постійної напруги з метою зручного забезпечення масштабу згідно шкали Цельсію. Датчик LM35 немає необхідності калібрувати, щоб забезпечити точність вимірювань в діапазоні від  $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$  до  $\pm 0,75^{\circ}\text{C}$  незалежно від значень нижнього і верхнього ліміту температури.

Для того, щоб забезпечити живленням датчик LM35 можна застосовувати моно- і біполярне джерело живлення. Струм, необхідний для функціонування цього сенсора – 60 мкА, а самонагрівання становить менше  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Найбільш ефективним температурним режимом, який забезпечує високу точність і

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коректність вимірювання показників є діапазон від  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $150^{\circ}\text{C}$ , що цілком достатньо для того, щоб вимірювати температуру нагрівання шин автомобіля.

На рис. 2.8 показано зовнішній вигляд датчика температури, який пропонується використати у системі моніторингу тиску у шинах автомобіля.

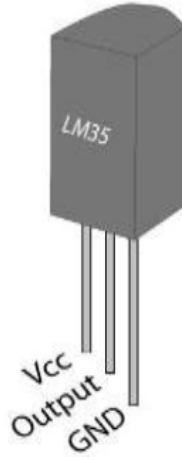


Рисунок 2.8 – Датчика температури LM35

Якщо ж виникає необхідність вимірювати температурні показники в межах від 2 до 150 градусів Цельсія, то можна використати схему підключення сенсора температури, як проілюстровано на рис. 2.9.

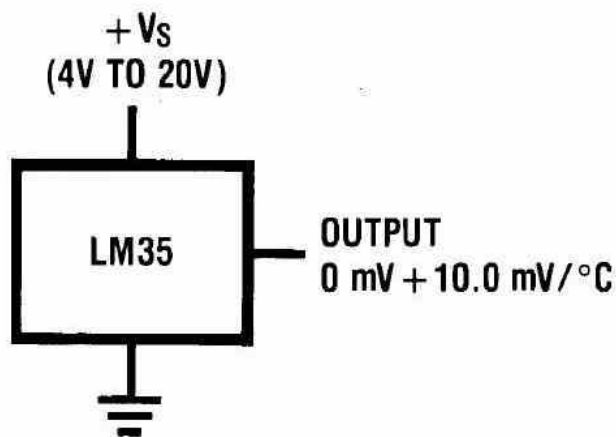


Рисунок 2.9 – Схема включення LM35 при вимірюванні температури в діапазоні  $[+2^{\circ}\text{C}; +150^{\circ}\text{C}]$



За допомогою такого типу датчика можна досягти низької вартості, виконавши калібрування. Щоб полегшити взаємодію зі схемами зчитування або керування, на основі вихідного опору LM35 вимірюються показники температури, а потім виконується точне внутрішнє калібрування на лінійному виході. Його можна використовувати з позитивними чи негативними джерелами живлення або з одиночними джерелами живлення.

У серії LM35D сенсор температури також доступний у пластиковому корпусі транзистора TO-92 і в корпусі транзистора TO-46. Пластиковий корпус TO-220 також присутній у 8-вивідному поверхневому монтажі LM35D.

Основними характеристиками датчика температури є калібрування безпосередньо за шкалою Цельсія, лінійний масштабний коефіцієнт  $+10,0 \text{ мВ}/^\circ\text{C}$  і гарантована точність  $0,5^\circ\text{C}$  (при  $+25^\circ\text{C}$ ). Даний сенсор розрахований на повний діапазон від  $-55^\circ\text{C}$  до  $+150^\circ\text{C}$  і підходить для віддалених застосувань.

Даний сенсор працює від джерела живлення 4 – 30 вольт із значенням споживання струму менше 60 мкА, де низьке самонагрівання  $0,08^\circ\text{C}$  вимірюється в нерухомому повітрі. Типовою нелінійністю буде  $\pm 1/4^\circ\text{C}$ .

Для 1 мА вихід із низьким опором навантаження становить 0,1 Вт. Енергоспоживання модуля компонентів системи контролю тиску в шинах стало основною причиною його продуктивності через вимоги до терміну служби батареї.

Для отримання найменшого енергоспоживання в даний час використовуються такі методи, як сплячий режим або режим очікування разом із циклічним навантаженням радіочастотної передачі. Починаючи з цієї частини, пристрої можуть працювати в двох режимах, а саме «активний» режим і режим «насичення».

У порівнянні з режимом насичення, рух автомобіля прискориться в активному режимі за рахунок збільшення частоти повторення до 100 разів, ніж показники тиску TPMS.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Радіочастотна передача даних потребує більше енергії, ніж режим опрацювання вимірювань тиску на 5%. За допомогою системи віддаленого моніторингу можна легко здійснити оптимізацію.

Завдяки зменшенню частоти передачі показників процесу вимірювання тиску також можна заощадити енергоспоживання. У деяких моделях датчик передає сигнали протягом години, коли автомобіль стоїть на стоянці, а в інших моделях вимикається трансмісія, яка оснащена датчиками швидкості. Як тільки датчик виявляє тригер від головного процесора транспортного засобу, він «прокидається» та чекає на режим очікування, коли модулі датчиків містять інтегральну схему низькочастотного приймача.

## 2.6 Bluetooth модуль

Продукти HC serial Bluetooth складаються з адаптера Bluetooth і модуля послідовного інтерфейсу Bluetooth. У HC послідовний Bluetooth HC-04 є режимом роботи підлеглого пристрою за замовчуванням. У разі потреби в головному режимі безпосередньо виконується налаштування HC-04-M або чітко вказується це. Правило для найменування HC-06 таке ж.

Щоб активувати пристрій, параметри повинні бути встановлені як єдине ціле. Користувачі можуть встановити режим HC-03, HC-05, оскільки режим роботи не встановлено на заводі виробником.

Заміна лінії послідовного порту в модулі послідовного порту Bluetooth є однією з основних і важливих функцій, яка призначена для:

1) встановлення зв'язку між два MCU. У цих двох MCU один підключений до підлеглого пристрою, а інший підключений до головного пристрою Bluetooth. Коли пара створена, вона може налагоджувати комунікацію між собою. Це з'єднання Bluetooth, яке забезпечує аналогічне підключення до одного послідовного порту, включаючи сигнали TXD, RXD. Послідовний модуль Bluetooth використовується для зв'язку один з одним.

2) Bluetooth-адаптер комп'ютерів і смартфонів може спілкуватися з MCU, якщо MCU має підлеглий модуль Bluetooth. Між мікроконтролером і

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		33

комп'ютером або смартфоном також є ефект або лінія віртуального послідовного порту.

3) Пристрої Bluetooth на ринку здебільшого є підлеглими пристроями, такими як Bluetooth GPS, Bluetooth-принтер тощо. Отже, головний модуль використовується для створення пари та зв'язку з ними.

Схема підключення Bluetooth у системі контролю рівня тиску у шинах автомобіля показана на рис. 2.12.



Рисунок 2.12 – Схема підключення Bluetooth модуля

Модулю Bluetooth Serial не потрібен накопичувач для його роботи, а також він може спілкуватися з іншим пристроєм Bluetooth, який має послідовний порт. Для зв'язку між двома модулями Bluetooth необхідні такі дві умови:

- головний і підлеглий пристрої повинні бути в режимі комунікації.
- пароль доступу має бути ідентичним.

Однак дві вищезазначені умови є лише необхідними умовами, але не достатніми. Існують деякі інші умови, що залежать від різних типів моделей пристроїв. Для сумісності один з одним послідовний модуль Bluetooth, названий парним числом; таким чином підлеглий модуль також узгоджується один з одним.

При цьому робота НС-04 і НС-06, НС-03 і НС-05 однаково сумісна одна з одною. Тому функціональний режим (підлеглий або головний) не можна скинути в попередній версії НС-04 і НС-06.

Щоб скинути пароль, спочатку потрібно видалити ім'я користувача Bluetooth (тільки підлеглий), потім скидаються параметри швидкості передачі даних, а потім перевіряється номер версії. Це кілька АТ-команд і функцій, які використовуються для вибору модуля.

Набір команд НС-03 і НС-05 більш гнучкий, ніж НС-04 і НС-06. Як правило, користувачам рекомендовано використовувати Bluetooth НС-03/НС-05.

Наступний крок полягає у побудові моделі системи моніторингу рівня тиску у шинах авто та написанні програмного коду для його контролю.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3 СЕРЕДОВИЩЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ТИСКУ У ШИНАХ АВТОМОБІЛЯ

### 3.1 Аналіз функціональності середовища Proteus при моделюванні системи контролю рівня тиску у шинах авто

Proteus – це універсальний програмний комплекс, який забезпечує можливість створення різних віртуальних електронних пристроїв і відтворювати їх роботу шляхом симуляції. Даний продукт володіє великою базою даних електронних компонентів, зокрема:

- аналогові та цифрові мікросхеми;
- сенсори різного призначення
- дискретні елементи такі, як резистори, конденсатори, діоди, транзистори та інші;
- компоненти, які відносяться до класу пристроїв оптоелектроніки, наприклад, LCD-дисплеї, світлодіоди тощо.

Найважливішою перевагою комплексу Proteus є те, що він на відміну від інших програм-симуляторів електричних схем, забезпечує можливість виконання симуляції функціонування мікропроцесорів та мікроконтролерів.

До бібліотеки даного програмного комплексу включено такі типи мікропроцесорів і мікроконтролерів як: AVR, ARM, PIC, Cortex.

Для того, щоб забезпечити валідацію і верифікацію розроблених схем Proteus пропонує широкий набір віртуальних вимірювальних пристроїв, наприклад:

- осцилограф;
- амперметр;
- ватметр;
- логічний аналізатор;

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Самборик В.О.</i>			<i>Середовище проектування та розробка прототипу системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів.</i>		<i>Луцків А.М.</i>					36	
<i>Реценз.</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

- вольтметр;
- лічильник.

Програмний комплекс Proteus містить множину вбудованих інструментів, які забезпечують автоматизовану розробку друкованих плат, що дає змогу на їх основі створювати 3D моделі пристроїв.

Пакет Proteus VSM, який входить до складу програмного комплексу, містить усі необхідні засоби для розробки схеми будь-якого електронного пристрою з можливістю симуляції його роботи, а також виявлення помилок, які можуть бути допущені при проектуванні чи трасуванні схем пристроїв.

До складу Proteus входить два програмні модулі-редактори:

- ISIS – редактор, що забезпечує функціональність проектування електронних схем з подальшою імітацією їхньої роботи. Скріншот головного вікна цього редактора показано на рис. 3.1.
- ARES – редактор, який містить інструменти для розробки друкованих плат, автотрасувальник Eletra, вбудовані редактори бібліотек і автоматичну систему розміщення складових компонентів на платі (рис. 3.2). Окрім того, ARES може побудувати 3D модель друкованої плати.

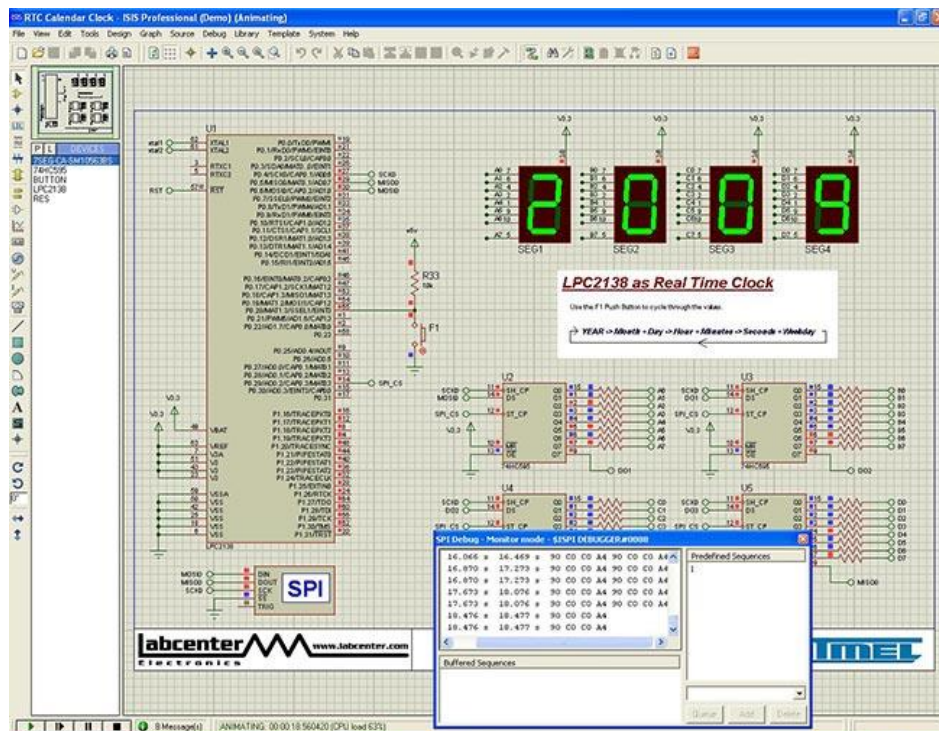


Рисунок 3.1 – Редактор ISIS

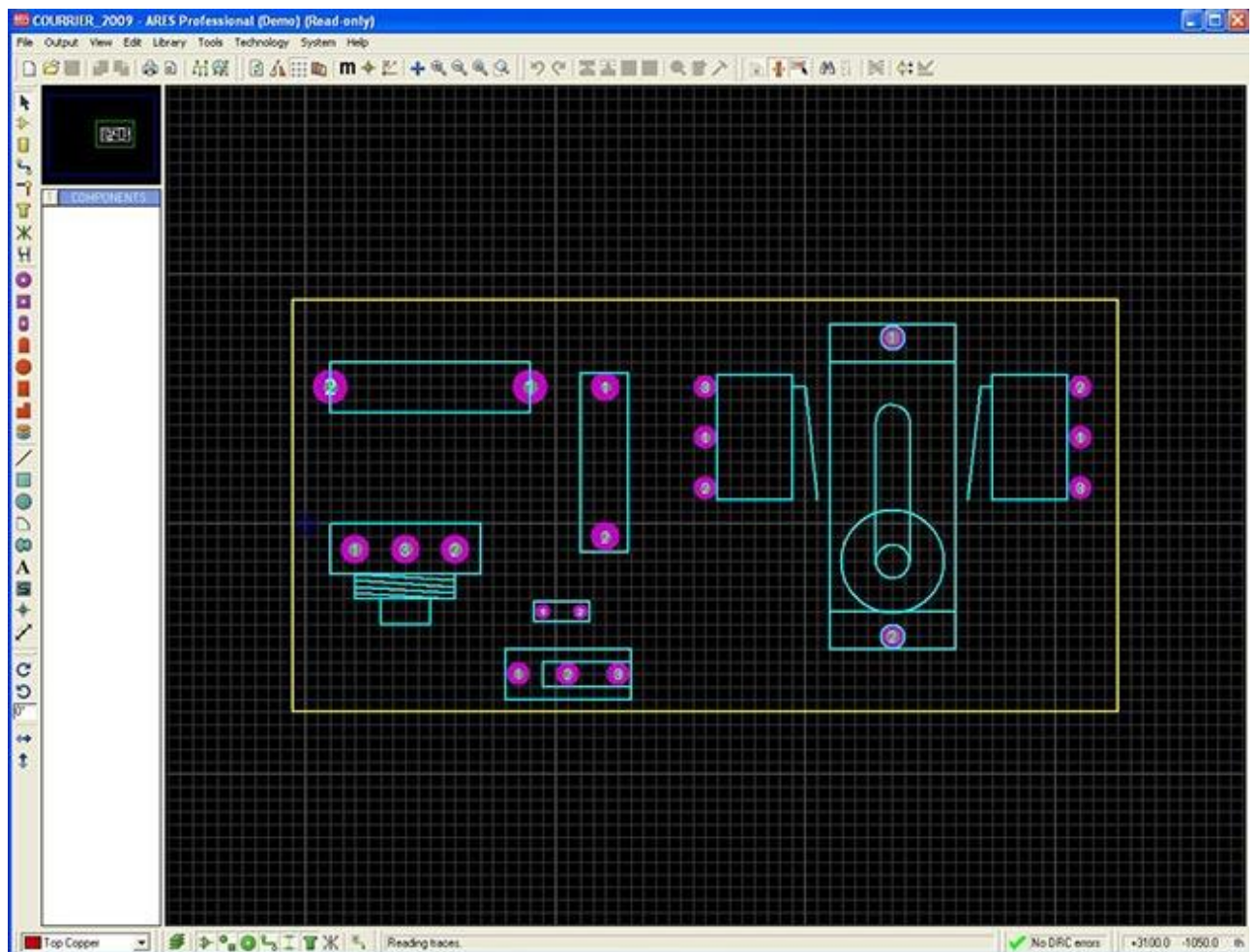


Рисунок 3.2 – Редактор ARES

До бази даних компонентів Proteus VSM входить більше 6000 електронних елементів та відповідної довідкової інформації про них. Крім цього, даний комплекс включає в себе багато демонстраційних та ознайомлювальних проектів. Для підключення пристроїв до USB та COM портів ПК, симуляційний комплекс Proteus використовує інструменти USBCONN та COMPIM. Якщо схемою, яка симулюється, передбачено використання портів USB та COM, то модель функціонуватиме так, ніби пристрій підключений до реальних портів ПК. Proteus VSM може підтримувати наступні типи компіляторів:

- CodeVisionAVR;
- WinAVR (AVR);
- ICC (AVR, ARM7, Motorola);
- HiTECH (8051, PIC Microchip);
- Keil (8051, ARM).



Програмний комплекс надає засоби для того, щоб експортувати моделі електронних елементів з модуля PSpice. У випадку, коли при проектуванні віртуальних електронних пристроїв використовуються кілька мікроконтролерів різних виробників, система точно відтворює їх функціональність і поведінку так, як би це коли в реальних умовах. Тому для забезпечення точності і відповідності очікуваним результатам необхідно розуміти, яким повинен бути кінцевий результат.

### 3.2 Налаштування програмного комплексу Proteus для проектування схеми мікроконтролера моніторингу тиску у шинах автомобіля

Для налаштування програмного комплексу Proteus, перш за все, необхідно запуснути виконавчий файл і результат відображення успішного запуску програми повинен мати вигляд такий, як показано на рис.3.1.

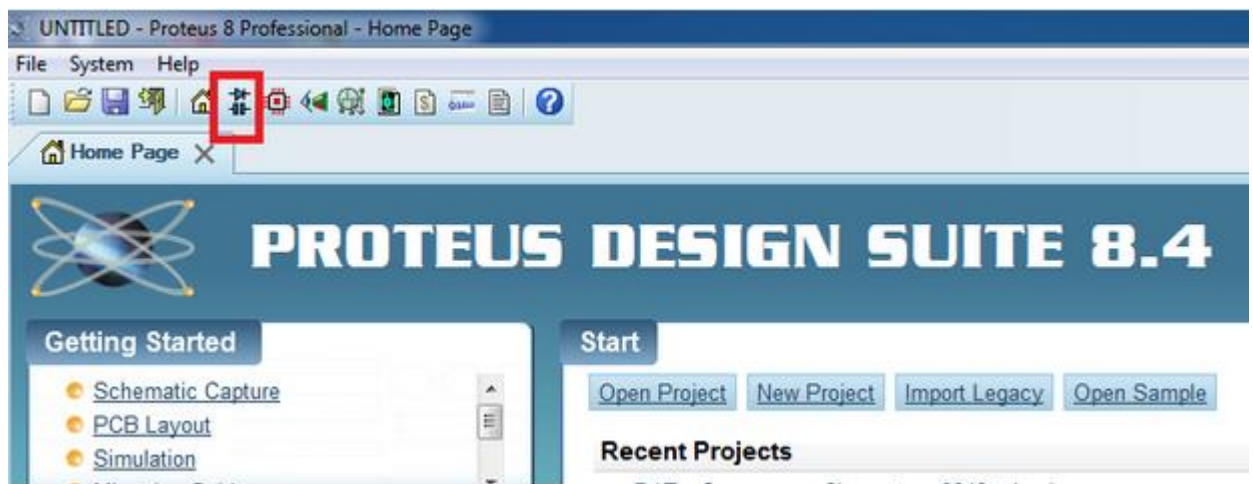


Рисунок 3.3 – Запуск програми для створення електричних принципових схем

Після натиснення на піктограму з позначенням діода і конденсатора «Schematic Capture» має з'явитися нове вікно з порожнім полем, яке проілюстровано на рис. 3.4. У цьому полі буде відбуватися проектування і симуляція схеми електронного пристрою.

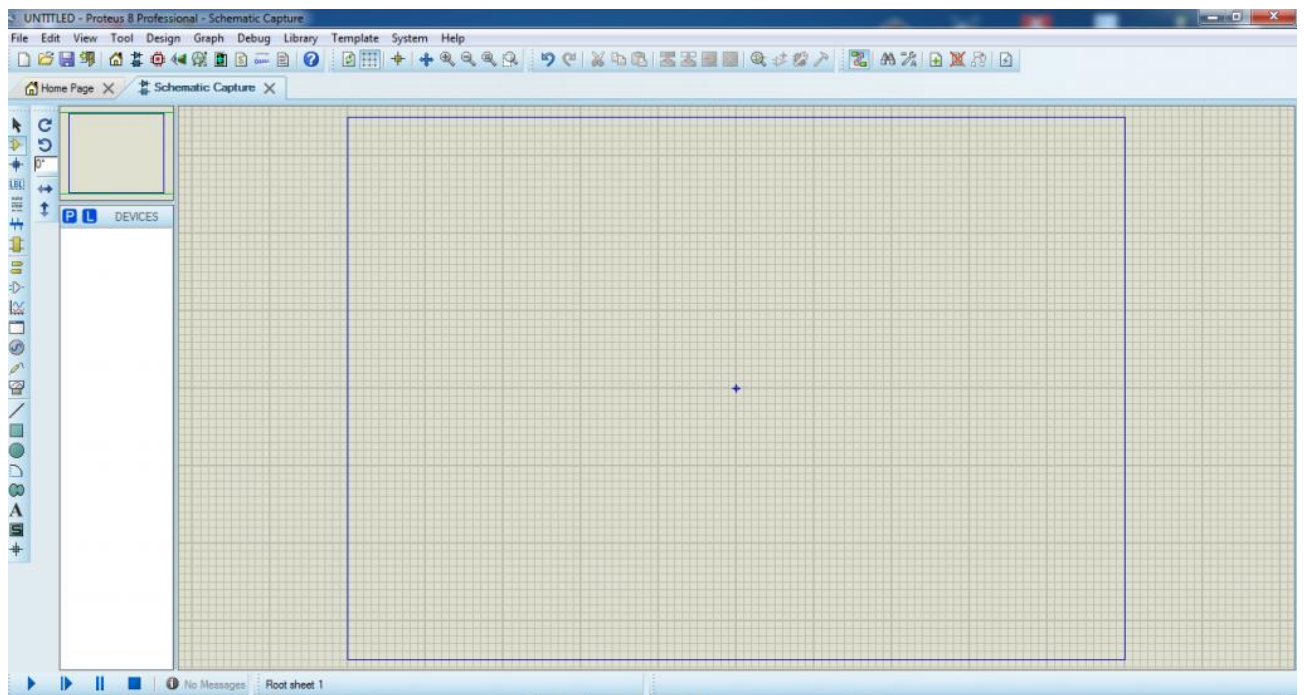


Рисунок 3.4 – Вікно проектування електричної схеми пристрою

Наступний крок передбачає додавання потрібного мікроконтролера, наприклад, АТmega8 та інших компонентів, які будуть застосовуватися у схемі. Для прикладу, при налаштуванні і перевірці коректності функціонування програмного комплексу використаємо простий резистор і світлодіод.

Оскільки, за замовчуванням передбачено використання режиму Component Mode, то для того, щоб обрати потрібні електронні елементи з меню вибору, необхідно натиснути на піктограму P, яка розміщена на панелі інструментів «DEVICE». Виконавши цю дію, відобразиться вікно, яке показано на рис. 3.5.

У вікні, що з'явилося для вибору типу мікроконтролера потрібно виконати наступні дії:

- натиснути на меню Category;
- обрати «Microprocessors ICs»;
- обрати «SubCategory» – «AVR Family».

У вікні «Results» потрібно знайти та виділити мікроконтролер АТМЕГА8 і натиснути на кнопку ОК.



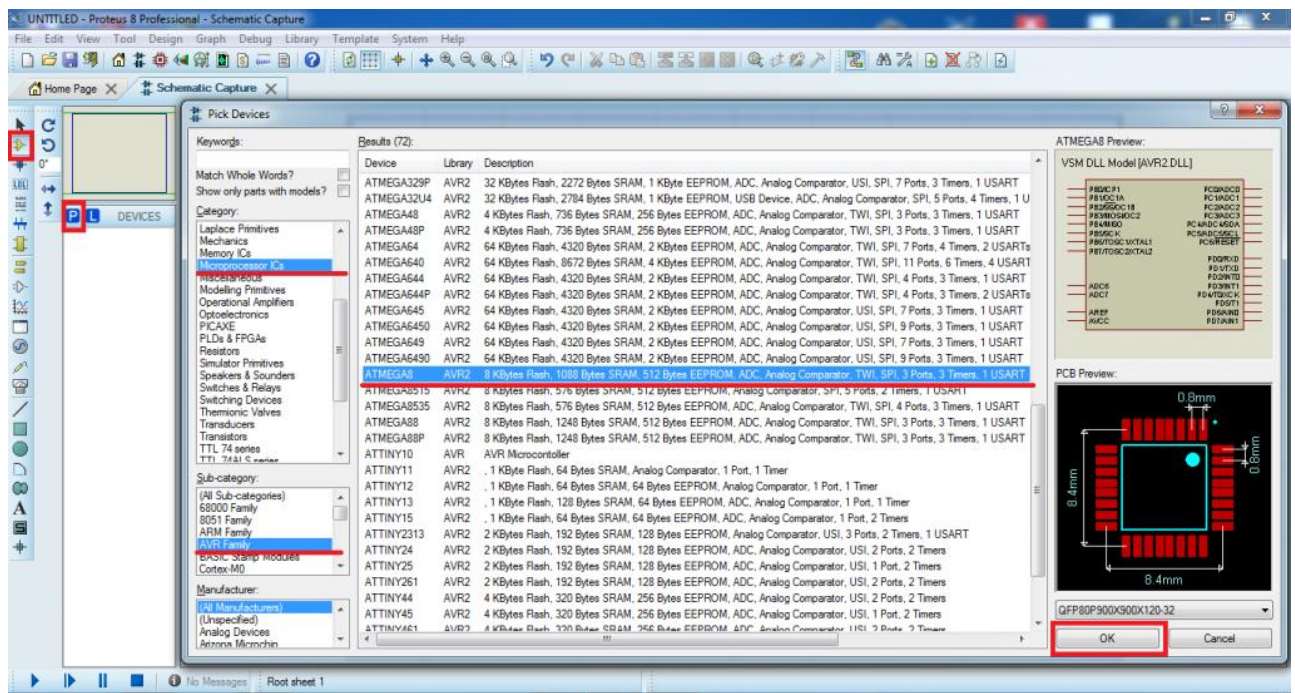


Рисунок 3.5 – Вікно вибору типу мікроконтролера/мікропроцесора

Після цього, піктограма контролера з'являється у меню вікна «DEVICE». Далі його можна перемістити на робоче поле за допомогою миші, як показано на рис. 3.6.

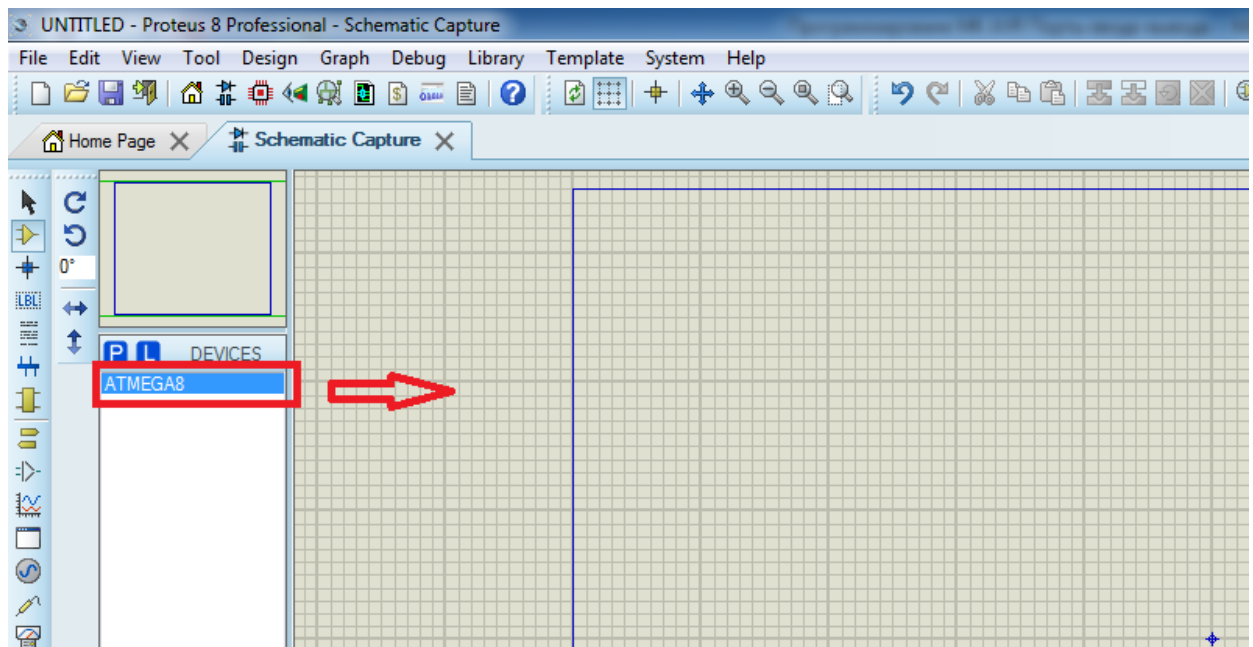


Рисунок 3.6 – Переміщення мікроконтролера у робочу область

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ

Арк.

41

По аналогії можна додавати усі необхідні компоненти для реалізації схеми електронного пристрою (рис. 3.7).

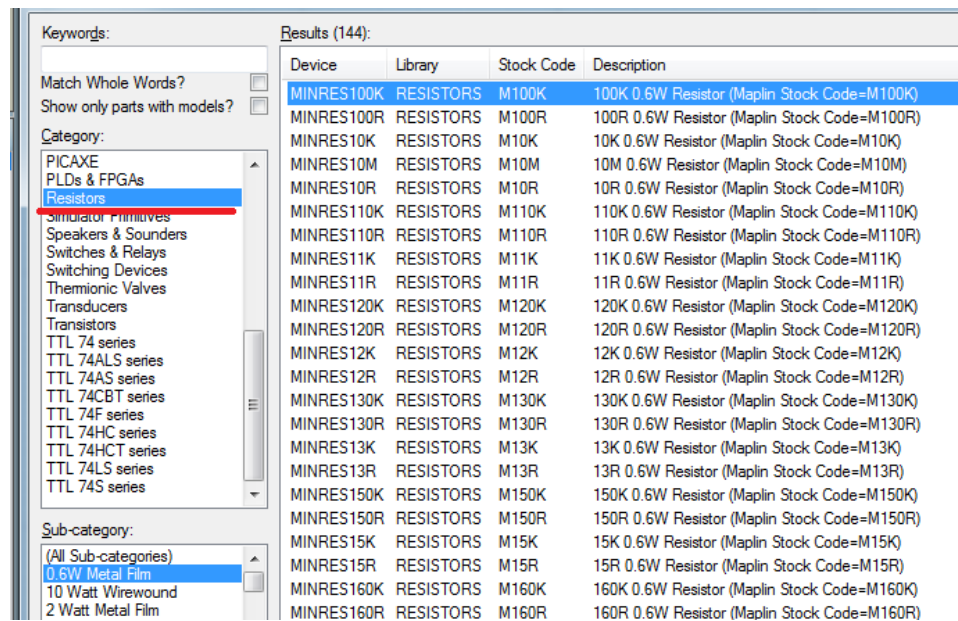


Рисунок 3.7 – Додавання резистора до схеми

У випадку, коли до схеми потрібно додати світлодіод, то для цього необхідно вибрати категорію Optoelectronics і підкатегорію підкатегорію LEDs. На рис. 3.8 показано додавання світлодіоду зеленого кольору –LED-GREEN.

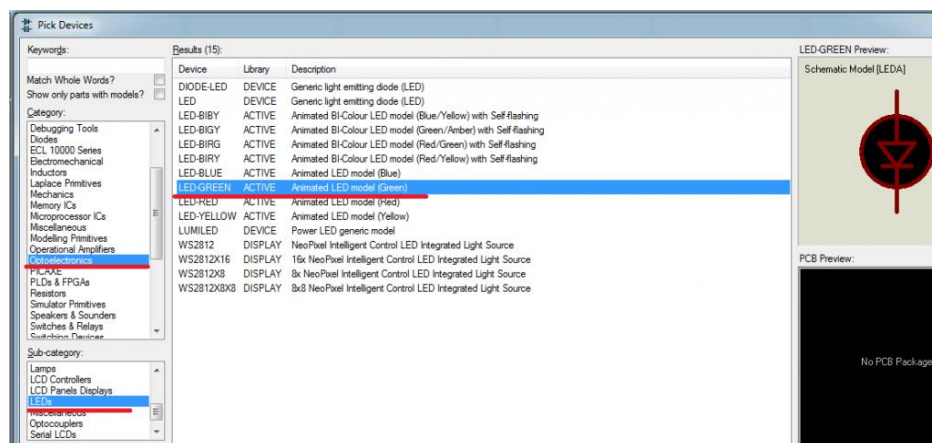


Рисунок 3.8 – Додавання світлодіоду зеленого кольору

В якості прикладу спроектовано схему, яка показана на рис. 3.9. Схема містить мікроконтролер, до виводу якого з маркуванням PC0 під'єднано резистор R1. До анода світлодіода підключено резистор, а до катода –

заземлення. Для того, щоб помістити заземлення на робочу область потрібно скористатися вкладкою «Terminals Mode».

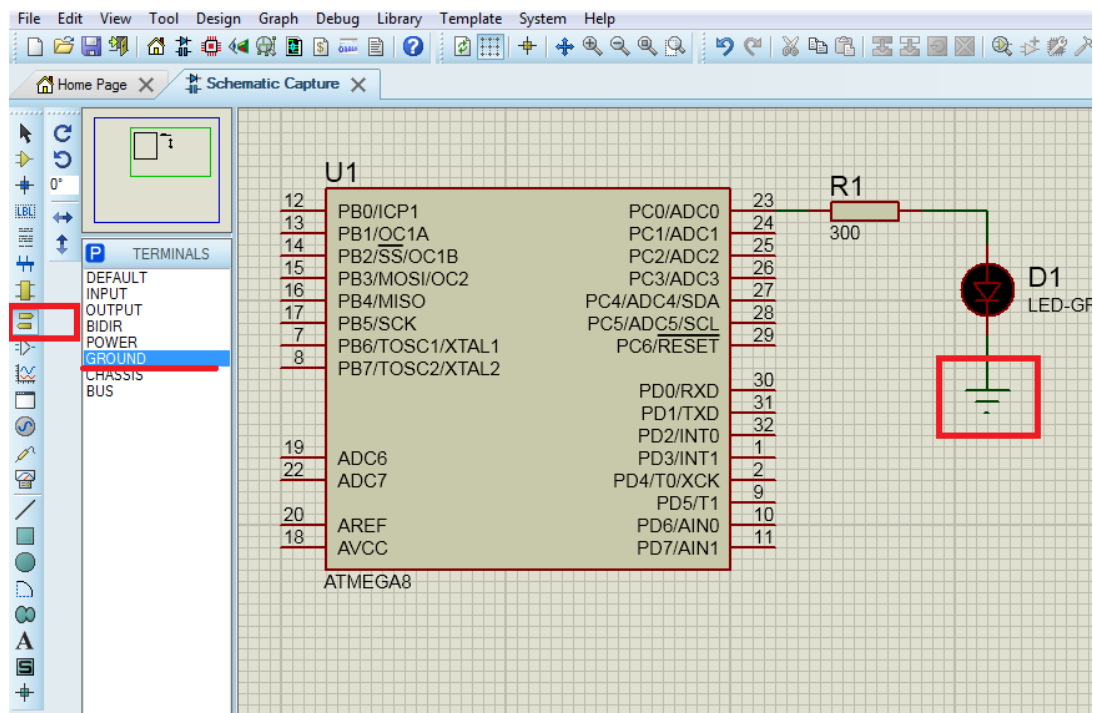


Рисунок 3.9 – Налаштування параметрів схеми в Proteus

Для того, щоб налаштувати параметри і задати опір резистора R1, необхідно два рази клацнути на ньому мишою і у вікні, що з'явиться встановити значення, наприклад, 300 Ом (рис. 3.10).

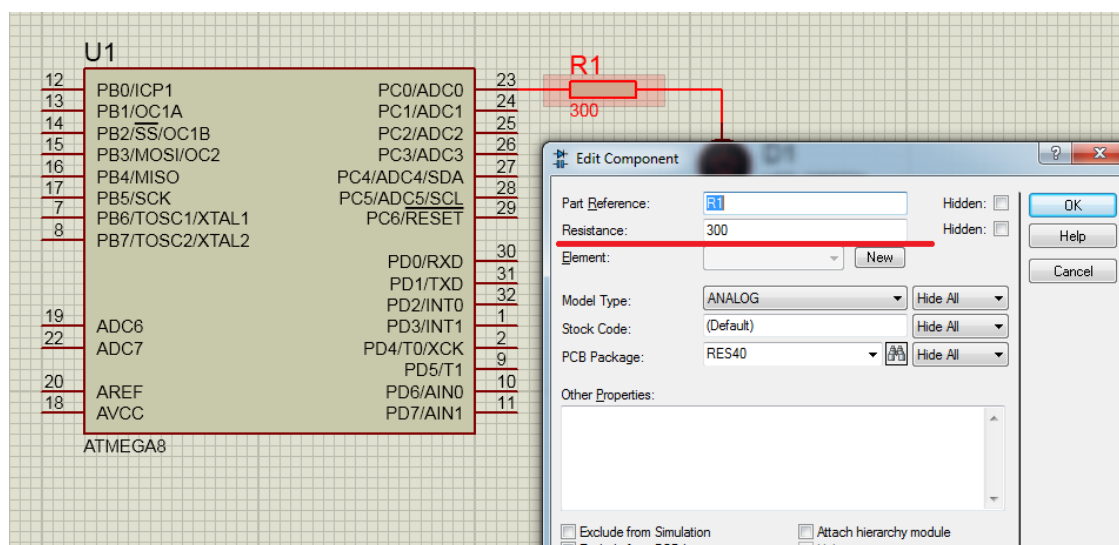


Рисунок 3.10 – налаштування параметрів резистора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

У випадку проектування схеми, показаної на рис. 3.10, потрібно звернути увагу на те, що виводи мікроконтролера об'єднують для зручності у виділені групи портів і це не завжди відповідає їхньому розміщенню при використанні реального мікроконтролера. Крім цього, у мікроконтролера немає виводів, до яких підключається джерело живлення для подачі напруги до мікроконтролера/мікропроцесора. Дана функціональність передбачена за замовчуванням.

### 3.3 Принцип програмування мікроконтролера за допомогою Proteus

Провівши проектування схеми з використанням мікроконтролера далі потрібно записати логіку виконання операцій, які на нього покладені. Для того, щоб записати програму керування мікроконтролера потрібно два рази клацнути на ньому мишею і у вікні, що з'явиться (рис. 3.11), вказати шлях до файлу з програмним кодом. Шлях до локації файлу можна знайти, натиснувши на стандартну піктограму відкритої папки у стрічці Program File.

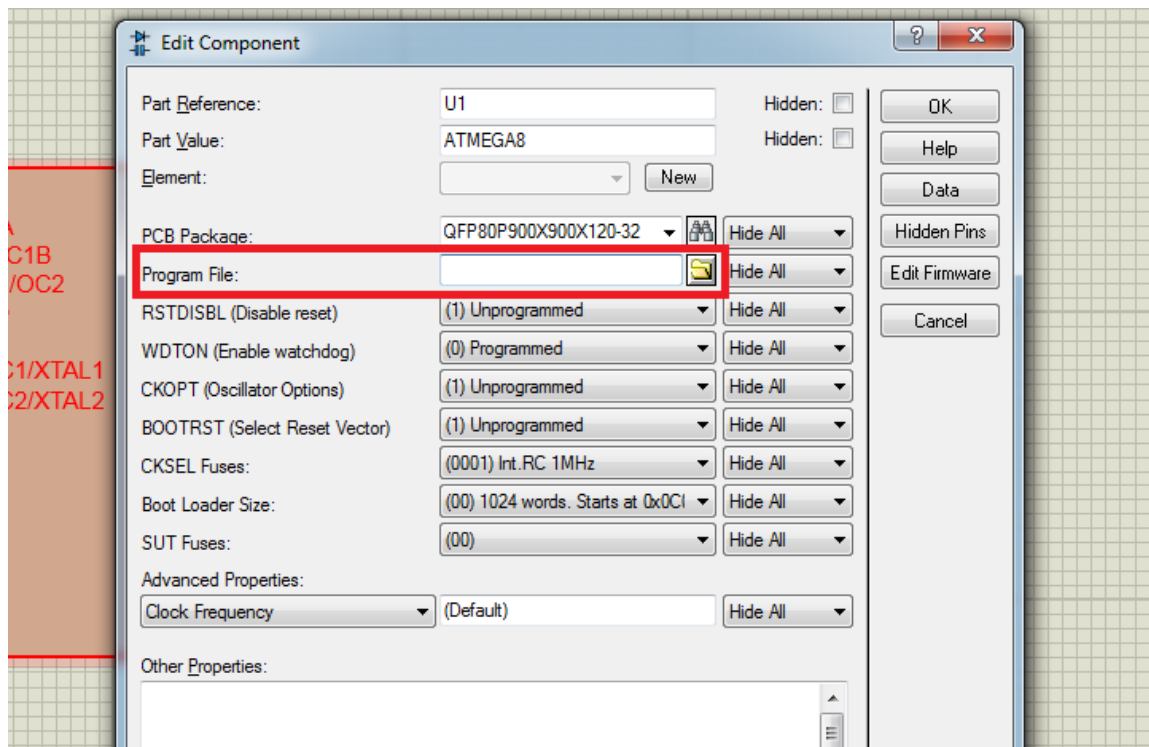


Рисунок 3.12 – Вибір програми для завантаження у мікроконтролер

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Далі у теці, де збережено проект, потрібно знайти та відкрити папку Debug і вже у ній обрати файл, який має розширення HEX. Після цього необхідно натиснути на кнопку його відкриття (рис. 3.13.).

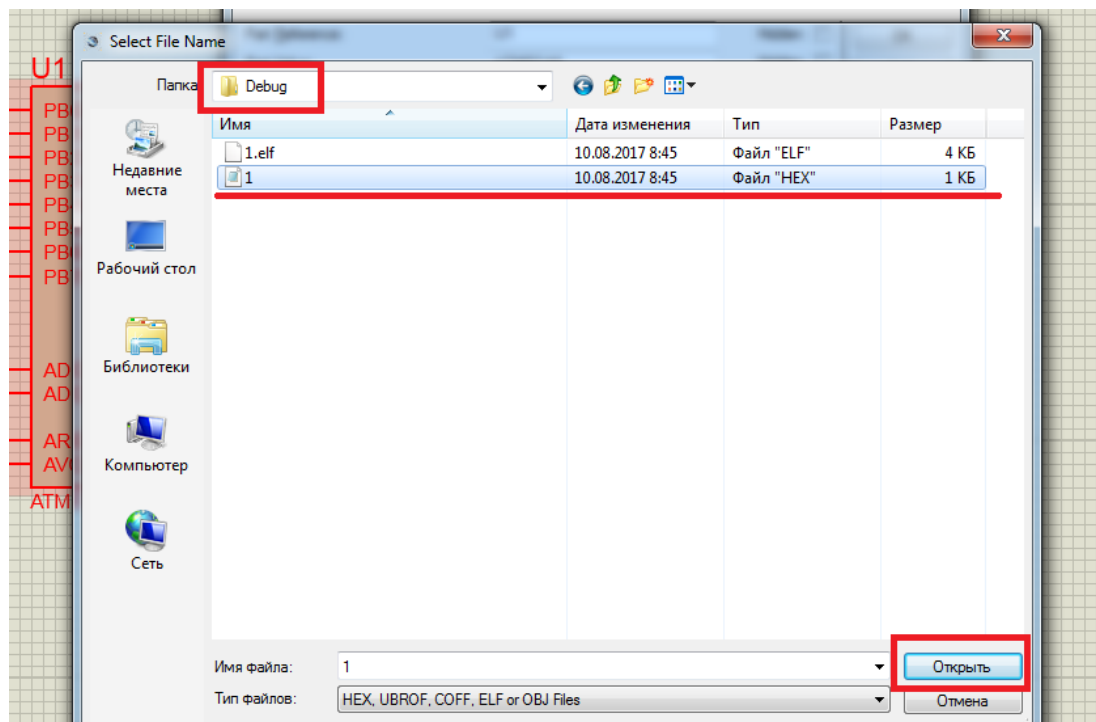


Рисунок 3.13 – Вибір файлу з розширенням HEX

На даному етапі все готово для запуску спроектованого пристрою. Для старту симуляції необхідно натиснути піктограму «Run the simulation», яка знаходиться у внизу зліва у вікні програми. Якщо загорівся світлодіод, то відповідно програмний код почав працювати коректно.

### 3.4 Проектування та оцінювання ефективності схеми мікроконтролера для моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля

Для практичного впровадження спроектованого мікроконтролера для моніторингу рівня тиску і температури шин потрібно виконати попереднє віртуальне прототипування апаратного забезпечення з розширеними функціями налагодження, змінним дисплеєм, включаючи точки зупинки та покрокового проектування.



Взаємодія між будь-яким цифровим або аналоговим електронним пристроєм, підключеним до мікроконтролера, і програмним забезпеченням, що працює на ньому, може бути змодельована за допомогою програми Proteus. На рис. 3.14 показано кодування MPLAB, написане та успішно виконане.

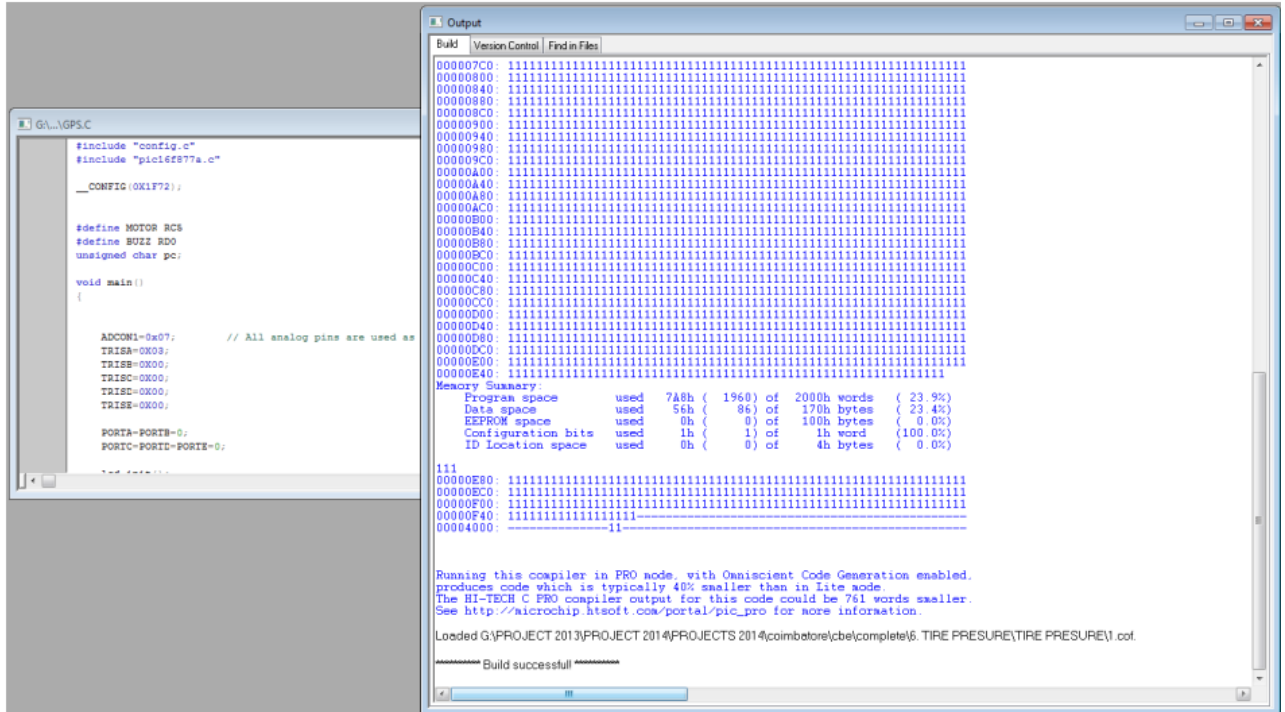


Рисунок 3.14 – Написання програмного для моніторингу рівня тиску і температури шин

Як видно з рис. 3.14, MPLAB використовується для написання коду мікроконтролера. Написаний програмний код завантажується у мікроконтролер згідно вище описаної інструкції. Схему мікроконтролера, який спроектований у програмному забезпеченні PROTEUS для забезпечення вимірювання тиску і формування сповіщень про відхилення від норми, показано на рис. 3.15.

При моделюванні мікроконтролера використано функціональність програмного комплексу Proteus, оскільки він підтримує кілька потоків сигналу з мікроконтролером, наприклад, серії 68 000, PIC12, серії PIC16, PIC18 тощо.

Окрім цього, у ньому наявні засоби, які забезпечують функцію налагодження програмного забезпечення та його периферійний пристрій зв'язку елемента пам'яті (наприклад, RAM, ROM), з клавіатурою та двигуном, а також

блоків відображення (наприклад, LED, LCD) з іншими пристроями, такими як послідовна шина SPI та АЦП.

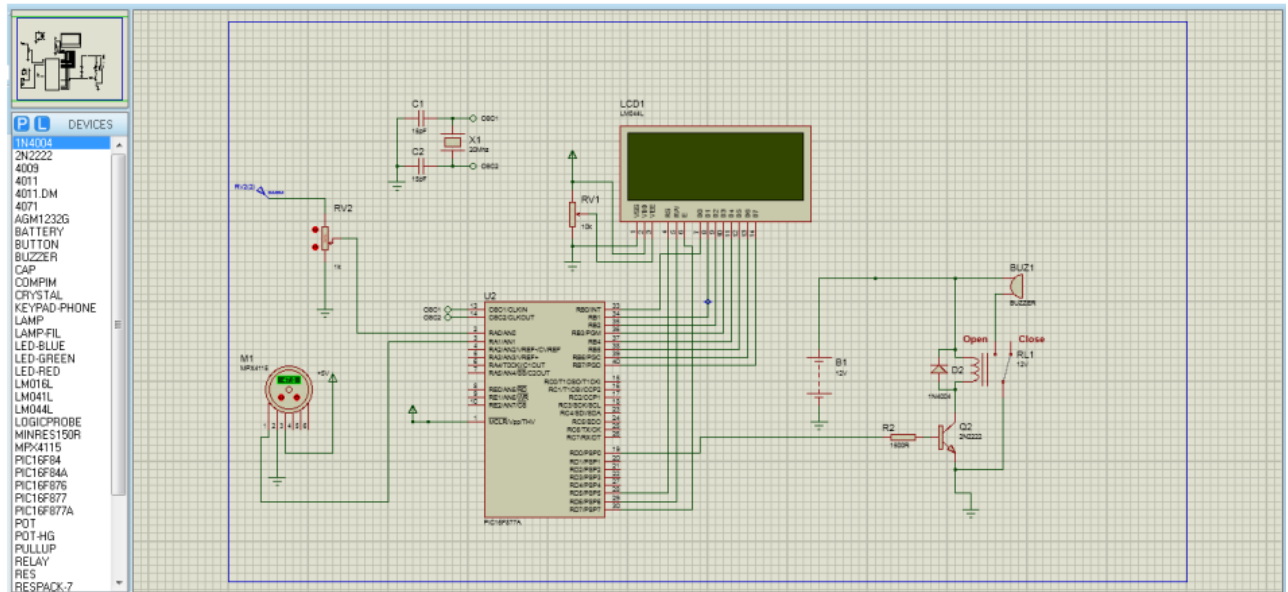


Рисунок 3.15 – Схема мікроконтролера для моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля

Технологія моделювання мікроконтролерів стала одним із важливих секторів і дає змогу застосовувати багато методів проектування, що дозволяє скоротити час розробки дизайну як мінімум або з низькими витратами, а також зменшити ризик проектування для інженерів. Виходячи із застосування мікроконтролера, в PROTEUS, він також може мати широке застосування.

Тиск і температура, що контролюються у шинах автомобіля, є діапазоном, зафіксованим у програмі. Якщо температура або тиск перевищить фіксований рівень, тоді на РК-дисплеї відобразиться високий температури або високий тиск. Після цього лунає звуковий сигнал попередження про несправність у шинах.

Аналіз продуктивності системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля було проведено за результатами моделювання за допомогою відповідного модуля Proteus, а результати рівня продуктивності показано на рис. 3.15. Датчик тиску MP3V5050GC6U витримує максимальну температуру 85°C з обмеженням значення похибки 2,5%, при цьому температура і тиск відносно пропорційні один одному.

Через підвищення температури тиск у шинах може досягати максимального насичення. Співвідношення між температурою та тиском показано на рис. 3.16

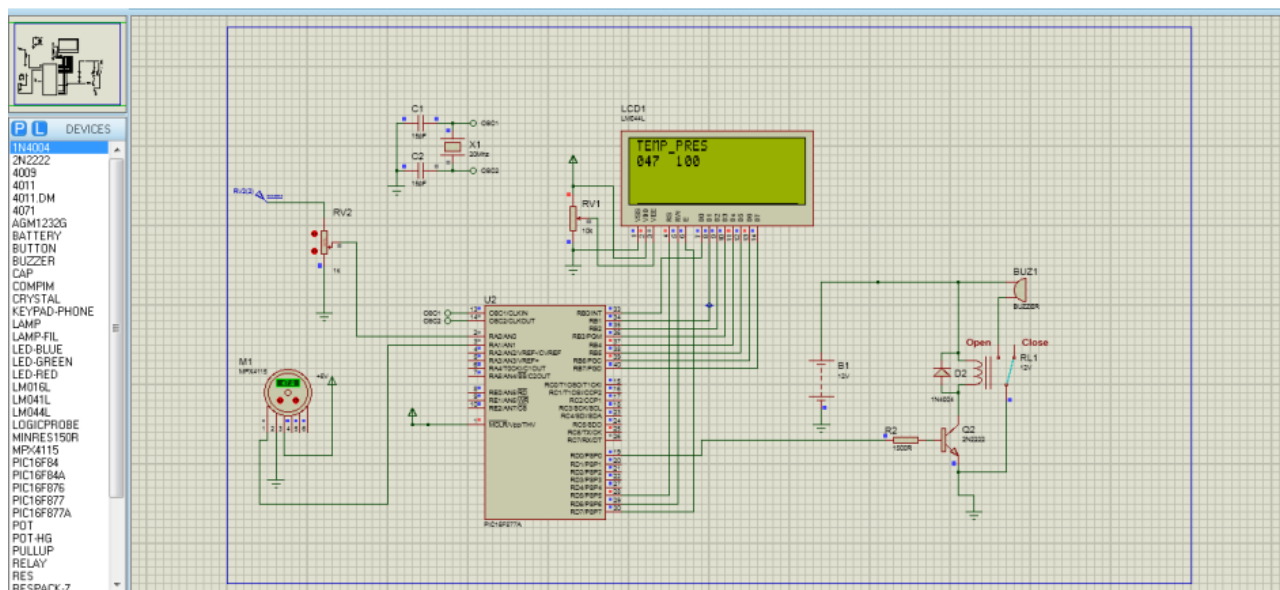


Рисунок 3.16 – Залежність між тиском і температурою у шинах

Пристрої, які використовуються на схемі (рис. 3.16) потребують максимальної напруги живлення в діапазоні від 5В до 12 В. Споживання такого номіналу живлення також є додатковою перевагою. Залежність між напругою і рівнем тиску, який вимірює відповідний сенсор показано на рис. 3.17.

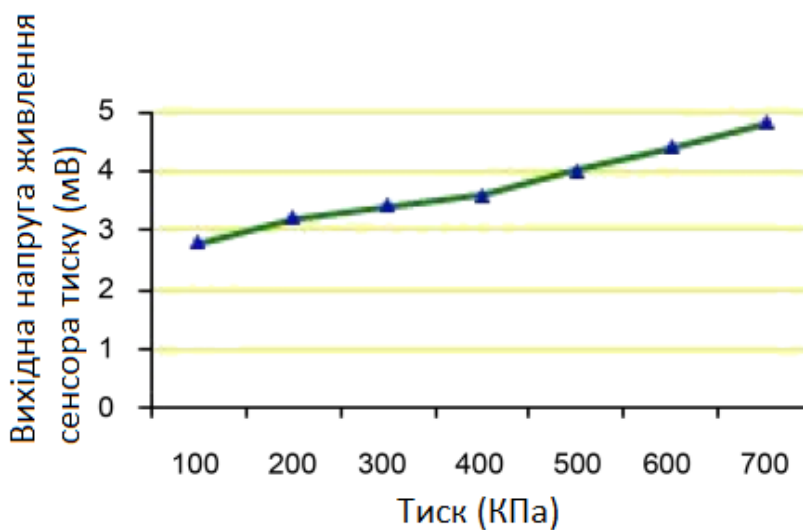


Рисунок 3.17 – Відповідність тиску у шинах до вихідної напруги сенсора тиску

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ

Арк.

48



Залежність між тиском у шинах і температурою навколишнього середовища показана на рис. 3.18

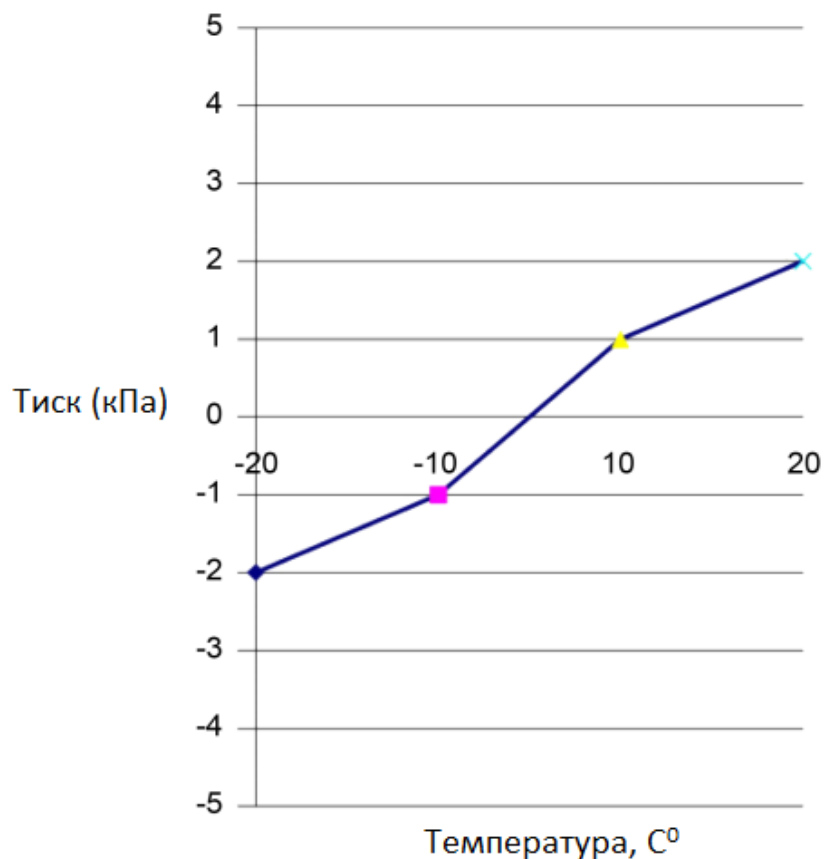


Рисунок 3.18 – Залежність тиску у шинах від температури навколишнього середовища

Таким чином у кваліфікаційній роботі запропоновано реалізацію системи моніторингу тиску в шинах у поєднанні з проектом із дуже низьким енергоспоживанням та з використанням блоку SoC.

Метою цієї ідеї є збільшення швидкості індикації часу для моніторингу сигналів від шин, а також зменшення потужності, споживаної датчиками та іншими апаратними компонентами, які закріплені всередині шин.

Бездротова технологія Bluetooth, яка використовується у комп'ютеризованій системі моніторингу рівня тиску у шинах авто дозволяє спростити систему у порівнянні з іншими підходами.

При проектуванні комп'ютеризованої системи було проведено глибокий аналіз і порівняно продуктивність із існуючою системою при використанні системного інтерфейсу SPI і TPMS, який працює під високим і низьким тиском.

Даний проект можна в перспективі розширити шляхом включення нових і додаткових функцій, які зараз інтенсивно розвиваються для підвищення стандартів безпеки в автомобільній промисловості. Цього можна досягти кількома способами, зокрема інтеграцією додаткових датчиків до модуля моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля, щоб надавати водієві дані, наприклад, про розташування коліс, індикації проколу, навантаження важких транспортних засобів тощо, або комбінування різних джерел інформації, таких як інтеграція спроектованої системи для забезпечення більш ефективного зв'язку з іншими частинами автомобіля.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Оцінка майбутнього фізичного та психологічного навантаження на людину, яка обслуговує пристрій

Розумова праця об'єднує роботи пов'язані зі сприйняттям та опрацюванням інформації, необхідністю переважного навантаження сенсорного апарату, уваги, пам'яті, а також активації процесів мислення, емоційної сфери [19].

Виділяють такі різновиди розумової праці:

- операторська;
- адміністративно-керівна;
- творча;
- праця викладачів і медичних працівників;
- праця учнів і студентів.

Вказані види роботи відрізняються по організації трудового процесу, рівномірності навантаження, ступеню емоційного напруження. При розумовій діяльності загострюється сприйняття, увага, пам'ять. Посилюється кровопостачання мозку, підвищується енергетичний обмін нервових клітин, змінюються показники біоелектричної активності мозку.

При інтенсивній інтелектуальній діяльності споживання кисню 100 г кори головного мозку в 5-6 разів більше, ніж споживання скелетного м'язу такої ж ваги при максимальному навантаженні. Розумова праця, а особливо, робота оператора супроводжується деякою нервово-емоційною напругою. Вона призводить до посилення серцево-судинної діяльності, дихання, енергообміну, підвищення м'язового тону.

Після закінчення розумової праці "робоча домінанта" повністю не згасає, зумовлюючи більш тривале втомлення та виснаження ЦНС при розумовій праці, ніж при фізичній [19].

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Самборик В.О.</i>			<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив.</i>		<i>Луцків А.М.</i>					51	
<i>Консульт.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>				<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

Практичне значення заходів щодо підвищення працездатності впливає із закономірностей її динаміки і зводиться до:

- збільшення фази стійкого стану в фонді робочого часу;
- прискорення процесу впрацювання;
- віддалення фази розвитку втоми;
- забезпечення високої продуктивності праці за нормальних фізіологічних затрат.

Комплекс заходів щодо підвищення і збереження працездатності працівників на оптимальному рівні реалізується на техніко-організаційному, соціально-економічному, санітарно-гігієнічному, медико-біологічному, психологічному напрямках.

Могутнім фактором високої працездатності і продуктивності праці є оптимізація трудових навантажень на основі механізації і автоматизації виробничих процесів, удосконалення технології, скорочення і ліквідації важкої ручної праці. Доведено, що при правильній організації праці на легких роботах спостерігається найбільша тривалість фази стійкого стану, а на важких роботах вона нетривала [19].

Високий рівень працездатності безпосередньо залежить від умов праці, оскільки поліпшення їх супроводжується зменшенням енергетичних затрат організму на подолання несприятливого впливу факторів виробничого середовища.

Важливим напрямком підвищення працездатності працюючих є ритмізація трудових процесів, оптимізація темпу роботи, а також раціоналізація трудових рухів на фізіологічній основі, що сприяє формуванню і закріпленню робочих динамічних стереотипів, а отже зменшенню м'язових і вольових зусиль. Ритмічна робота підвищує функціональні можливості організму, сприяє його тренуваності і забезпечує економізацію енергетичних затрат.

Економізація функціональних затрат досягається завдяки стійкій домінанті і автоматизму дій, що виключає зайві рухи, розсіювання уваги тощо.

Особливе значення для підтримання працездатності працівників на високому рівні має раціональний режим праці і відпочинку.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

Дослідження показують, що впровадження раціонального режиму праці і відпочинку на підприємствах забезпечує підвищення продуктивності праці на 8—10%, сприяє поліпшенню фізіологічного стану працівників (зменшується частота пульсу в процесі роботи, підвищується м'язова витривалість в кінці зміни, покращується координація рухів). Високій працездатності працівників сприяє і раціоналізація робочих місць на основі врахування антропометричних, біомеханічних і психофізіологічних вимог, що обумовлює раціональну робочу позу, зменшення статичних навантажень, оптимізацію робочої зони та інформаційних потоків. Висока працездатність забезпечується за рахунок використання факторів естетичного впливу на працюючих. Такими факторами є колір, світло, музика. Особливо слід підкреслити значення функціональної музики, яка впливає на емоційну сферу людини, підвищує збудливість і лабільність центральної нервової системи. На початку роботи вона прискорює процес впрацювання, а в кінці робочого дня зменшує суб'єктивне відчуття стомленості. Вплив функціональної музики посилюється, якщо вона поєднується з фізичними вправами. Останні підвищують лабільність органів, які безпосередньо беруть участь у виконанні роботи, активізують роботу органів дихання і кровообігу [19].

Особливе значення в підвищенні працездатності працівників має створення сприятливого соціально-психологічного клімату в організації, високий рівень мотивації праці, ефективна система стимулювання результатів діяльності, рівень життя в цілому і охорона здоров'я населення.

Ефективність заходів, спрямованих на підвищення працездатності працівників, можна оцінити приростом продуктивності праці, який досягається за рахунок збільшення фази стійкого стану в загальній тривалості робочої зміни.

#### 4.2 Фізіологічний вплив факторів існування на життєдіяльність людини

Людина – це складна біоенергетична система, життєдіяльність якої забезпечується на трьох рівнях: фізіологічному, психічному та соціальному.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

На фізіологічному рівні людина виступає як представник тваринного світу і її розвиток підпорядковується усім відомим біологічним законам [20].

Фундаментальною властивістю живого організму є його відносна сталість, яка забезпечується певним, властивим цьому організмові, рівнем обміну речовин і енергії та характером перебігу життєво важливих процесів.

Обмін речовин – це складний ланцюг перетворень речовин в організмі, починаючи з надходження їх із навколишнього середовища і завершуючи видаленням продуктів розпаду.

В процесі обміну організм дістає речовини для будівельних цілей та енергію, яка витрачається на синтез специфічних для цього організму сполук, на підтримку постійної температури тіла, проведення нервових імпульсів та ін.

Для різних процесів життєдіяльності організму людини потрібно близько 10 500 кДж (2 500 ккал) на добу. Джерело її – енергія хімічних зв'язків молекул органічних речовин, які людина споживає з їжею. Для нормального функціонування організму щоденний раціон повинен містити шість основних складових: білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінеральні речовини та воду [20].

Отже, організм не можна відокремити від середовища, яке його оточує і забезпечує його існування. Єдиним об'єктивним критерієм впливу довкілля на організм людини є його реакції. Реакції організму, які дають змогу зберігати його відносну сталість в умовах значних коливань параметрів довкілля, називаються адаптаційними. Поки організм людини спроможний за допомогою адаптаційних реакцій забезпечити стабільне функціонування, здоров'я людини перебуває в стані безпеки. Якщо ж організм потрапляє в умови, коли інтенсивність дії чинників довкілля перевищує його адаптаційні можливості, то виникає стан небезпеки для життя людини.

Отже, безпека життєдіяльності людини значною мірою залежить від реакції організму на зовнішні подразники, його можливостей уникати дії небезпечних чинників довкілля.

Енерговитрати сучасної людини різко скоротилися і, згідно з першою вимогою, скорочується споживання їжі. Однак зниження потреби в енергії не супроводжується відповідним зниженням потреби в інших життєво важливих

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54

харчових компонентах (вітамінах, мікро- та макроелементах). Оскільки джерелами енергії та інших біологічно активних речовин є одні і ті ж харчові продукти, то виникає певний дисбаланс: адекватний за енергетичною цінністю раціон не забезпечує потреби у вітамінах, мікроелементах та інших речовинах. З цієї причини треба дотримуватись рекомендацій дієтологів про додаткове споживання вітамінних препаратів з добавками мікроелементів хоча б у зимовий період року [20].

Режим харчування повинен забезпечувати ефективну роботу органів травлення, оптимальне засвоєння харчових продуктів і належний перебіг обмінних процесів.

Фізіологічно обґрунтованим є три–чотири разове харчування з інтервалами в 4–5 год. При триразовому харчуванні сніданок повинен забезпечувати 30% енергетичної цінності добового раціону, обід – 45% і вечеря – 25%. При чотириразовому харчуванні на перший сніданок повинно припадати 25%, на другий – 15%, на обід – 35% і вечерю – 25% добової енергетичної цінності харчування.

Під безпечним харчуванням розуміють відсутність токсичного, канцерогенного, мутагенного чи будь-якого іншого несприятливого впливу продуктів харчування на організм людини при споживанні у рекомендованих кількостях [20].

Продукти харчування стають небезпечними, якщо в них наявні:

- хвороботворні мікроорганізми та продукти їхньої життєдіяльності – токсини;
- отрути тваринного та рослинного походження;
- отруйні гриби;
- важкі метали та миш'як;
- пестициди;
- нітрати, нітрити і нітрозаміни;
- радіонукліди;
- харчові добавки.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо хвороботворні мікроорганізми та продукти їхньої життєдіяльності, отрути тваринного та рослинного походження, отруйні гриби мають природне походження, то всі інші забруднювачі харчових продуктів – важкі метали, пестициди, нітрати, нітрیتی, нітрозаміни, радіонукліди і харчові добавки мають антропогенне походження.

Хвороботворні мікроорганізми та продукти їхньої життєдіяльності, потрапляючи в організм із їжею людини, здатні викликати інфекційні захворювання і харчові отруєння. Серед харчових інфекцій та отруєнь мікробної етіології найчастіше трапляються:

- дизентерія, збудником якої є мікроорганізми, що належать до роду шигел;
- черевний тиф, збудником якого є черевнотифозна паличка;
- холера, збудник якої – холерні вібріони;
- сальмонельоз, збудник якого – сальмонели; гельмінтози, спричинені паразитичними червами;
- токсоінфекції, спричинені бактеріями роду протея, кишковими паличками, паличками цереус, параземолітичними вібріонами, стрептококами (ентерококами);
- токсикози: бактеріальні, викликані стафілококами та ботулінічною паличкою, і мікотоксикози, що зумовлені токсинами мікроскопічних грибів.

Джерелом збудників бувають хворі люди, бактеріоносії, хворі тварини, корм для тварин, ґрунти тощо. Для харчових отруєнь характерним є короткий інкубаційний період (2–24 год) і раптовий гострий початок з ознаками розвитку як місцевих процесів у шлунково-кишковому тракті, так із загальнотоксичними ознаками (головний біль, підвищена температура).

Отрути тваринного та рослинного походження рідко потрапляють в організм людини. Можливе отруєння скумбрієвими рибами. М'ясо цих риб містить гістидин, який при порушенні умов і термінів зберігання перетворюється в отруту – заурин. Тимчасово, на час нересту ікра, молоко і печінка деяких риб (окуня, налима, щуки та ін.) можуть теж бути отруйними, хоча їхнє м'ясо є безпечним.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56



## ВИСНОВКИ

Реалізацію проекту комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля виконано шляхом застосування сенсорів тиску MP3V5050 і сенсора температури LM35. В якості мікропроцесора використано PIC 16, а передачу даних організовано за допомогою Bluetooth.

У роботі розроблено програмне забезпечення для моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля і температури у шинах. Показники із сенсорів відображаються на LCD-дисплеї, а при перевищенні чи недостатності тиску у шинах спрацьовує звукове сповіщення із зумера.

У середовищі Proteus проведено симуляцію роботи розробленої комп'ютерної системи і перевірено її працездатність. Побудовані графіки залежності показників тиску і напруги на виході датчику тиску, а також залежності тиску від температури дають можливість підтвердити високу точність системи моніторингу.

Комп'ютеризована система моніторингу рівня тиску є важливим досягненням у галузі автомобільних технологій, що сприяє підвищенню безпеки дорожнього руху, зниженню експлуатаційних витрат та покращенню загальної ефективності транспортних засобів.

Впровадження проекту комп'ютерної системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля є важливим кроком на шляху до створення більш безпечних, економічних та екологічно чистих транспортних засобів. Впровадження цієї системи забезпечує водіям необхідну інформацію для підтримання оптимального стану шин, що сприяє зменшенню ризиків на дорогах і зниженню витрат на обслуговування автомобіля.

Подальший розвиток та вдосконалення системи TPMS відкриває нові можливості для підвищення комфорту і безпеки водіння, а також для створення інтелектуальних транспортних систем майбутнього.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Balaji K., Madhav B., Kumar P. Tyre Pressure Monitoring and Communicating Antenna in the Vehicular Systems. International Journal of Advances in Engineering & Technology, 1. 2011. PP. 422-428.
2. Langley, R.J. and Batchelor, J.C. Hidden Antennas for Vehicles. Electronics & Communication Engineering Journal. 2014. P. 14.
3. Liu Y.M., Huang B.H., Shen J.C. Design and Implementation of TPMS Based on the Wireless Sensor Network. International Conference on Intelligent System Design and Engineering Application, 13-14 October. 2010.PP. 518-523.
4. . Осухівська Г. М., Тиш Є. В., Луцик Н. С., Паламар А. М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.
5. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник]. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
6. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник]. Львів : "Магнолія 2006", 2014. 312 с.
7. Лупенко С. А., Пасічник В. В., Тиш Є. В. Комп'ютерна логіка. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006». 2015. 354 с.
8. Паламар М.І., Стрембіцький М.О., Паламар А.М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.
9. Погребенник В. Д., Клим Г. І., Бордун І. М., Пташник В. В., Паламар А. М. Системи оперативного контролю інтегральних параметрів водного середовища. Т. 2. Елементи комп'ютерних систем оперативного контролю: колективна монографія. Житомир: Видавничий дім «Бук-Друк», 2021. 180 с.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

10. Shout A., Yanez V. Model Tire Pressure Sensor ID Learning Method Using Fuzzy Logic. In 8th International Conference on Information Technology (ICIT), Amman, Jordan. 2017. PP. 276-279.

11. Srinivasan A. IoT Cloud Based Real Time Automobile Monitoring System. In 3rd IEEE International Conference on Intelligent Singapore. 2018. PP. 231-235.

12. Tongbin, L & Shien, C. (2017). Research on SAW Sensors in TPMS In 4th International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE) Changsha, China. PP. 1668-1672.

13. A. Vasantharaj, K. Krishnamoorthy. Tire Pressure Monitoring System Using SoC and Low Power Design. Circuit and Systems, 7. 2016. PP. 4085-4097.

14. Sabatini S., Formentin S., G. Panzani. Motorcycle tire rolling radius estimation for TPMS applications via GPS sensing. In IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA), Mauna Lani, HI, USA. 2017. PP. 1892-1897.

15. Kolodgie A. Enhanced TPMS Security Through Acceleration Timed Transmissions. In IEEE Military Communications Conference (MILCOM), Baltimore, MD, USA. 2017. PP. 35-39.

16. Jiang Z., Liu, H., Dai, Q. A New Intelligent Tire Pressure Monitoring System. In 2011 International Conference of Information Technology, Computer Engineering and Management Sciences, Nanjing, Jiangsu, China. 2011. PP. 332-335.

17. Hou, D., Ma J., Guo K. Design of The Wireless Code Update System Based on The Tire Pressure Monitoring Transmitter. In Chinese Automation Congress (CAC), Jinan, China. 2017. PP. 2134-2137.

18. Zaharia C., Clenci A. Study on Virtual Sensors and Their Automotive Application. Scientific Bulletin Automotive Series, XIX(23), 2013. PP. 68-74.

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

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

21. Бедрій Я. Основи охорони праці користувачів персональних комп'ютерів: навчальний посібник для студентів ВНЗ та інженерів-практиків. Навчальна книга-Богдан. 2014. 144 с.

					<i>КС КРБ 123.326.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Додаток А  
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

**“Затверджую”**

Завідувач кафедри КС

\_\_\_\_\_ Осухівська Г.М.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ТИСКУ У  
ШИНАХ АВТОМОБІЛЯ

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на 12 листках

**Вид робіт:**

Кваліфікаційна робота

**На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»**

**Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»**

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Луцків А.М.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІс-42

\_\_\_\_\_ Самборик В.О.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**Тернопіль 2024**

## 1 Загальні відомості

### 1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи: «Комп'ютеризована система моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.326.00.00

### 1.2 Виконавець

Студент групи СІс-42, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Самборик Владислав Олександрович.

### 1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету (№4/7-468 від 26.04.2024 р.)

### 1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 26.04.2024 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 24.06.2024 р.

## 1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

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

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

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

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

## 2 Призначення і цілі створення системи

### 2.1 Призначення системи

Комп'ютеризована система моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля ( англ. «TPMS - Tire Pressure Monitoring System») є важливою складовою сучасного автомобільного обладнання. Її основне призначення полягає у забезпеченні безпеки водія та пасажирів, оптимізації експлуатаційних характеристик автомобіля, а також у зниженні витрат на обслуговування і ремонти.

Підвищення безпеки дорожнього руху із застосуванням комп'ютеризованої системи досягається шляхом виявлення відхилень тиску від показника визначеного заводом виробником шин. Система TPMS постійно контролює тиск у всіх шинах автомобіля та миттєво повідомляє водія про будь-які відхилення від норми. Це дозволяє своєчасно визначати такі несправності, як проколи або повільні витоки повітря, що можуть призвести до аварійних ситуацій на дорозі.

Окрім цього, комп'ютеризована система моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля дає змогу запобігати аваріям. Шини з недостатнім або надмірним тиском

можуть впливати на керованість автомобіля, зчеплення з дорогою та ефективність гальмування. Завдяки системі моніторингу водій може оперативно реагувати на зміни рівня тиску, що значно знижує ризик аварійних ситуацій, пов'язаних з несправністю шин.

Оптимізація експлуатаційних характеристик автомобіля може проявлятися у покращенні ефективності паливної системи. Шини з правильним тиском сприяють зменшенню опору коченню, що в свою чергу знижує витрати палива. Система контролю тиску у шинах допомагає підтримувати його оптимальний рівень, що позитивно впливає на економічність автомобіля.

## 2.2 Мета створення системи

Метою розробки комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля (TPMS) є створення надійної, ефективною та зручної у використанні системи, яка забезпечить підвищення безпеки дорожнього руху, оптимізацію експлуатаційних характеристик автомобіля, зниження витрат на обслуговування та ремонти, а також сприятиме екологічній безпеці.

Для того, щоб досягти поставленої мети кваліфікаційної роботи потрібно розв'язати наступні типи задач:

- провести аналітичний огляд існуючих рішень і підходів до розробки комп'ютерних систем типу TPMS;
- визначити функціональні вимоги до комп'ютеризованої системи і провести їх деталізацію;
- визначити технічні вимоги щодо точності і частоти проведення вимірювань показників тиску у шинах, а також сумісності з різними типами транспортних засобів;
- спроектувати архітектуру комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах авто;
- обґрунтувати вибір апаратних компонентів системи;



- визначити способи передачі та обміну повідомленнями між сенсорами і центральним блоком керування;
- розробити програмне забезпечення для постійного моніторингу показників тиску у шинах авто і температури навколишнього середовища;
- провести моделювання роботи спроектованої системи у середовищі, що дозволяє симулювати її роботу.

### 2.3 Характеристика об'єкту

Важливою характеристикою комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля є застосування бездротового типу датчиків тиску з високою точністю вимірювання та автономним джерелом живлення. Окрім цього, доцільно використовувати ще зовнішній температурний сенсор, показники якого прямо пропорційні до показників сенсора тиску.

Для забезпечення опрацювання даних із датчиків потрібно застосовувати високопродуктивний мікроконтролер і достатній об'єм оперативної пам'яті з можливістю збереження історії вимірювань та налаштувань.

Комп'ютеризована система моніторингу тиску у шинах повинна забезпечувати постійний контроль і забезпечувати сповіщення водія у випадку виявлення невідповідності тиску визначеним нормам за допомогою звукового сигналу та відображення на дисплеї.

Компоненти системи повинні бути автоматично налаштовуваними та каліброваними при заміні шин, а термін експлуатації джерела живлення у вигляді батарейок чи акумуляторів мають бути довготривалими.

Комп'ютеризована система повинна ефективно працювати при температурі від -40 до +85 градусів Цельсія, а передача даних має бути стабільною на відстані до 30 м. Час відгуку та реакції на зміни тиску не повинен перевищувати 2 секунди.

Комп'ютеризована система моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля є комплексним рішенням, яке забезпечує високий рівень безпеки, зручність у

використанні та надійність у роботі. Завдяки поєднанню передових технологій у сфері датчиків, обробки даних та безпроводних комунікацій, така система сприяє підвищенню ефективності експлуатації транспортного засобу, зменшенню витрат на обслуговування та покращенню загального комфорту для водія.

### 3 Вимоги до системи

#### 3.1 Вимоги до системи в цілому

Загалом до комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля висувають вимоги, які можна категоризувати у групи функціональних вимог, вимог надійності і безпеки, експлуатаційних та вимог до сумісності.

Серед функціональних вимог можна виділити клас вимог, які стосуються проведення вимірювання рівня тиску і температури шини та їх моніторингу.

Одна з таких вимог полягає у тому, що система повинна постійно моніторити тиск у всіх шинах автомобіля в режимі реального часу. Точність вимірювання повинна задовольняти значенням похибки, які коливаються в діапазоні  $\pm 0,1$  Бар. Окрім цього, система повинна працювати в діапазоні вимірювання рівня тиску від 0 до 5 Бар.

До складу комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску повинна входити підсистема сповіщення, основна функціональність якої полягає у попередженні водія про низький або високий тиск у шинах.

Система також повинна виводити інформацію про проблему на дисплей та/або відправляти сповіщення на мобільний пристрій водія.

До складу комп'ютеризованої системи на рівні апаратних компонентів повинні входити:

- сенсори тиску;
- пристрої безпроводної передачі даних;
- джерело живлення;

– центральний блок управління.

Сенсори тиску, які використовуються у системі повинні відповідати високому класу точності і мають бути встановленими на кожному колесі автомобіля.

Для передачі даних з сенсорів тиску і температури до центрального блоку управління комп'ютеризованої системи повинні відбуватися безпроводним шляхом, наприклад із використанням радіочастотного підходу або Bluetooth. Кожен з датчиків повинен бути оснащеним автономним джерелом живлення з тривалим терміном служби.

До складу центрального блоку опрацювання даних повинні входити достатньо потужний процесор і такий об'єм пам'яті, щоб забезпечити опрацювання даних у реальному часі. Центральний блок повинен бути оснащений або комунікувати з дисплеєм для відображення поточного тиску в кожній шині і сповіщень про відхилення.

Інтерфейс користувача на програмному рівні має бути простим і зрозумілим, а також повинен дозволяти проводити налаштування параметрів системи та порогових значень тиску. Як розширення та перспектива розвитку комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах може застосовуватися мобільний додаток для забезпечення можливості віддаленого моніторингу та отримання сповіщень на смартфон водія.

Дані про тиск всередині шин і температуру навколишнього середовища при передачі до центрального блоку керування мають бути захищеними і запобігати несанкціонованому доступу. При використанні комп'ютеризованої системи можуть застосовуватися механізми автентифікації.

Датчики системи і центральний блок управління моніторингом тиску у шинах повинні бути стійкими до впливу пилу, вологи, температурних коливань та механічних навантажень, а центральний блок повинен містити резервне джерело живлення на випадок виходу з ладу основного джерела.

Щодо вимог експлуатації комп'ютеризованої системи моніторингу тиску і температури, то система повинна бути простою у встановленні та не вимагати спеціальних інструментів або навичок.

Джерела живлення, наприклад, батарейки або акумулятори датчиків повинні бути легко замінними і система має володіти функцією самодіагностики для виявлення та повідомлення про несправності компонентів.

Комп'ютеризована система повинна відповідати вимогам сумісності з різними типами транспортних засобів, включно з легковими і вантажними автомобіля, а також мотоциклами. Окрім цього, потрібно забезпечити можливість її інтеграції з більш комплексними програмно-апаратними засобами, які використовуються в автомобілях.

Комп'ютеризована система моніторингу тиску у шинах авто має задовольняти принципам масштабованості і розширюваності за допомогою внесення змін у її конфігурацію

Дотримання визначених вище загальних вимог забезпечить надійну, функціональну та зручну у використанні комп'ютеризовану систему моніторингу тиску у шинах автомобіля, яка сприятиме підвищенню безпеки дорожнього руху та оптимізації експлуатаційних витрат.

### 3.1.1 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи

Вимогами щодо способу і засобу взаємодії між компонентами системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля є підтримка заданого рівня надійності і стабільності зв'язку при обміні даними. Безперервність комунікації повинна бути організована між сенсорами тиску і температури та центральним пристроєм керування системи, незалежно від умов експлуатації автомобіля. Стабільний радіус дії при комунікації між апаратними складовими системи повинен становити не більшим за 30 м з врахуванням можливості інтеграції системи у вантажних авто: Окрім цього, використовувані засоби зв'язку повинні бути стійкими до

електромагнітних перешкод, що можуть виникати від інших електронних пристроїв у автомобілі або у навколишньому середовищі.

Система повинна забезпечувати високу швидкість передачі даних для оперативного інформування водія про стан шин, тобто час затримки при передачі даних повинен бути мінімальним.

Датчики і центральний блок обробки даних повинні постійно взаємодіяти в режимі реального часу для забезпечення своєчасного виявлення і попередження про відхилення від нормального тиску.

Засоби зв'язку, які використовуються у комп'ютеризованій системі мають бути оптимізовані під мінімальне споживання енергії, що є особливо важливим для датчиків, які працюють від батарейок.

Для сенсорів і блоку керування необхідно передбачити можливість переходу в сплячий режим, зокрема, коли автомобіль не використовується. Це дозволить зберегти заряд батарей.

Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля включають забезпечення надійності і стабільності зв'язку, ефективності передачі даних, безпеки, енергозбереження, сумісності та масштабованості, а також простоти встановлення та обслуговування.

### 3.1.2 Вимоги по діагностуванню системи

Вимоги до діагностики системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля передбачають можливість самодіагностики, тобто повинна бути реалізована функціональність регулярної перевірки працездатності усіх компонентів і виявлення потенційних проблеми без участі водія.

Окрім самодіагностики, потрібно забезпечити можливість проведення ручної діагностики через інтерфейс користувача або мобільний додаток для перевірки стану системи за запитом.

Система повинна точно ідентифікувати тип несправності, наприклад, низький рівень заряду батареї в датчику, відсутність зв'язку з датчиком, несправність сенсора

або центрального блоку. Також повинна бути розроблена процедура встановлення конкретного колеса з несправністю або конкретного датчика.

Засобами діагностики і сигналізації несправностей можуть виступати візуальні та звукові сповіщення, які реалізуються за допомогою дисплею і зумера відповідно. При діагностиці можуть застосовуватися зовнішні засоби виявлення несправностей.

Система діагностики повинна бути інтегрована з іншими бортовими системами автомобіля для отримання додаткових даних і підвищення точності діагностики.

Вимоги до діагностики системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля включають функціональність самодіагностики, точне виявлення і локалізацію несправностей, ефективне сповіщення про проблеми, збереження історії несправностей, зручність використання, підтримку автоматичного оновлення ПЗ і інтеграцію з іншими системами автомобіля.

### 3.1.3 Перспективи розвитку, модернізація системи

До перспектив розвитку та модернізації комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля належить можливість інтеграції з іншими бортовими системами. Це стосується розширення функціональності за рахунок інтеграції з іншими бортовими системами і дозволить автоматично коригувати дії автомобіля в екстремальних ситуаціях на основі даних про тиск у шинах.

Серед перспектив розвитку комп'ютеризованої системи варто відмітити здатність переходу на датчики тиску нового покоління, які є більш точними та енергоефективними. Додавання функції моніторингу температури шин також дозволить водію отримувати більш повну інформацію про стан шин і передбачати можливі проблеми.

Перспективним є впровадження технологій для оцінки зносу шин, що дозволить своєчасно виявляти необхідність їх заміни шин та забезпечить зниження ризиків аварій через зношені шини.

Інтеграція з голосовими помічниками, такими як Google Assistant або Amazon Alexa, для управління системою моніторингу тиску у шинах за допомогою голосових команд відноситься до перспективних технологій, які можуть застосовуватися у системі моніторингу тиску у шинах авто.

Перспективи розвитку та модернізації системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля включають інтеграцію з іншими бортовими системами автомобіля, покращення функціональності та діагностики, підвищення зручності використання та безпеки, зменшення енергоспоживання, спрощення обслуговування, і розширення функціональних можливостей.

#### 3.1.4 Вимоги до апаратного забезпечення

До складу апаратного забезпечення системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобілів повинні входити:

- датчики тиску MP3V5050 – 4 шт.
- температурний датчик LM35 – 1 шт;
- аналогово-цифровий перетворювач або мікропроцесор (мікроконтролер на базі Atmega16) ;

#### 3.1.5 Вимоги до програмного забезпечення

Вимогами до програмного забезпечення є наявність вбудованої програми, написаної С-подібною мовою програмування та завантаженою у мікроконтролер в середовищі симуляції Proteus.

## 4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ

Комплект документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу;

- 1 Типова структура системи контролю тиску у шинах автомобіля.
- 2 Структурна схема комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах авто.
- 3 Передавач і приймач системи моніторингу рівня тиску у шинах авто.
- 4 Структура системи моніторингу рівня тиску у шинах з кількома мікроконтролерами.

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

## 5 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№ Етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1	Розробка і затвердження технічного завдання	01.02-09.02.2024
2	Аналіз технічного завдання	05.02-11.02.2024
3	Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля	25.04-03.05.2024
4	Проектування архітектури комп'ютеризованої системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля	05.05-20.05.2024
5	Середовище проектування та розробка прототипу системи моніторингу рівня тиску у шинах автомобіля	20.05-31.05.2024
6	Розробка інструкцій щодо використання комп'ютеризованої системи	03.06-09.06.2024
7	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.06-15.06.2024
8	Оформлення кваліфікаційної роботи	16.06-20.06.2024
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи	14.06.2024
10	Захист кваліфікаційної роботи	24.06-28.06.2024

## 6 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи

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