

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр  
Освітній рівень

Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P  
Назва теми

КвРКІ 101059.21.01.09 ПЗ  
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»  
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»  
Назва

Виконав: студент III курсу, група КІ2с-21-1

  
Підпис

Д. А. Недял  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

В. М. Грига  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

І.О. Засорнова  
Ініціали, прізвище

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

  
Підпис

Т.О. Говорущенко  
Ініціали, прізвище

«13» червня 2024 р.

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорушенко

“ 10 ” 01 2024 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Недядя Дмитру Анатолійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P

Керівник проекту (роботи) Грига В.М., к.т.н., доцент.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, місце заняття

Затверджена наказом ректора університету від 15.02.2024 р. № 8

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на кваліфікаційну роботу

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

Огляд та аналіз методів вимірювання пульсу та артеріального тиску людини

Проектування мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального

тиску

Програмно-апаратна реалізація та тестування мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску





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

Електрично-принципової схеми мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P

Логічна схема алгоритму та структурна схема мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P

Функціональна схема мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

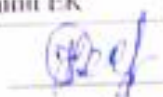
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Засорнова І.О., доцент кафедри КНС		
Антиплагіат	Пічепорук А.О., доцент кафедри КНС		

7. Дата видачі завдання « 10 » 01 2024 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	10.01.2024	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2024	виконано
3	Робота над розділом 1 – огляд та аналіз методів вимірювання пульсу та артеріального тиску людини	01.03.2024	виконано
4	Робота над розділом 2 – проєктування мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску	01.04.2024	виконано
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація та тестування мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску	29.04.2024	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	25.05.2024	виконано
7	Попередній захист ВКР	30.05.2024	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2024 року	

Студент



Д. А. Недел

Підпис

Ініціали, прізвище

Керівник роботи






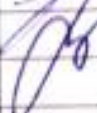
В. М. Гриня

Підпис

Ініціали, прізвище

№ р я д к а	ф о р м а т	Позначення	Найменування	К і л ь с т і в	№ с к з	П р и м і т к я
			<u>Текстові документи</u>			
1		<u>КвРКІ 101059.21.01.09 ПЗ</u>	Пояснювальна записка	63		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2		<u>КвРКІ 101059.21.01.09 Е2</u>	Електрично-принципова схема	1		
3		<u>КвРКІ 101059.21.01.09 Е8</u>	Логічна схема алгоритму і структурна схема	1		
4		<u>КвРКІ 101059.21.01.09 Е8</u>	Функціональна схема	1		

КвРКІ 101059.21.01.09 ВП

Зм	Арж	№ док.ум	Підпис	Дата
Розробив		Недзял		13.06.24
Перевір.		Грига		
Н. контр.		Засорнова		13.06
Затв.		Говорушченко		13.06

Мікроконтролерна  
система вимірювання  
пульсу та артеріального  
тиску людини на базі  
Atmega 328P

Літера	Аркуш	Аркушів
У	1	1

ХНУ, КІ2с-21-1

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P».

Автор роботи: Недял Дмитро Анатолійови.

Керівник роботи: Грига Володимир Михайлович.

Пояснювальна записка: 63 с., 27 рис., 2 табл., 2 дод., 60 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.


АТМЕГА 328P, АРТЕРІАЛЬНИЙ ТИСК, ПУЛЬС, МІКРОКОНТРОЛЕРИ, ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ.

Мета дипломної роботи - розробка та дослідження мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P.

Об'єкт дослідження - процес проектування мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P.

Предмет роботи - функціонування та ефективність мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P.

Під час розробки проєкту було проведено аналіз методів вимірювання артеріального тиску і пульсу людини. Обрано та проаналізовано апаратні та програмні компоненти для системи, розроблено функціональну та електричну схеми, а також створено програмне забезпечення. Прототип пристрою успішно протестовано на відповідність функціональним вимогам, результати досліджень вказують на перспективи подальшого вдосконалення системи вимірювання артеріального тиску і пульсу людини.



Підпис студента

30.05.2024

Дата

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ПУЛЬСУ ТА АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ ЛЮДИНИ</b> .....	5
1.1 Актуальність теми.....	5
1.2 Огляд та аналіз методів вимірювання артеріального тиску людини.....	6
1.2.1 Аускультативний метод.....	6
1.2.2 Осцилографічний метод.....	7
1.2.3 Безконтактні методи.....	8
1.2.4 Методи з реєстрацією на різних рівнях тіла.....	10
1.2.5 Автоматизовані електронні тонометри.....	11
1.3 Огляд та аналіз методів вимірювання частоти пульсу людини.....	12
1.4 Огляд аналогів (відомих пристроїв) для вимірювання пульсу та артеріального тиску людини.....	15
1.5 Постановка завдання.....	18
1.6 Висновок до першого розділу.....	19
<b>2 ПРОЄКТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ПУЛЬСУ ТА АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ</b> .....	20
2.1 Розроблення структури мікроконтролерної системи.....	20
2.2 Функціональне призначення основних модулів системи.....	21
2.3 Вибір апаратних модулів мікроконтролерної системи.....	22
2.3.1 Вибір мікроконтролера Arduino UNO.....	23
2.3.2 Вибір датчика пульсу Pulse Sensor.....	25
2.3.3 Вибір датчика тиску HX710B.....	28
2.3.4 Вибір LCD-дисплею 1602A.....	30
2.3.5 Вибір електронного мікрофона MAX4466.....	34
2.4 Вибір інтегрованого середовища програмування Arduino IDE.....	35

КвРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ								
Зм.	Арк.	Мілокум.	Вішник	Дата	Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Недак Д.А.	<i>В.С.</i>	13.06		У		63
Перевір.		Грига В.М.	<i>В.С.</i>					
Н.контр.		Зисорнова І.О.	<i>В.С.</i>	13.06				
Затвер.		Гавришук Т.О.	<i>В.С.</i>	13.06			ХНУ КІ2с-21-1	

2.5 Вибір середовища розробки функціоналу системи Fritzing.....	39
2.6 Висновок до другого розділу .....	42
<b>3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ</b>	
<b>МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ПУЛЬСУ ТА</b>	
<b>АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ .....</b>	<b>44</b>
3.1 Розроблення функціональної схеми мікроконтролерної системи .....	44
3.2 Розроблення електрично-принципової схеми мікроконтролерної системи .....	45
3.2.1 Під'єднання до мікроконтролерної плати давача пульсу Pulse Sensor.....	46
3.2.2 Під'єднання до мікроконтролерної плати давача тиску NH710B.....	49
3.2.3 Під'єднання до мікроконтролерної плати LCD-дисплею.....	51
3.2.4 Під'єднання до мікроконтролерної плати електронного мікрофона MAX4466 .....	54
3.3 Розроблення алгоритму вимірювання пульсу людини.....	56
3.4 Розроблення алгоритму вимірювання артеріального тиску людини.....	58
3.5 Тестування прототипу мікроконтролерної системи.....	59
3.6 Висновок до третього розділу.....	62
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>64</b>
<b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....</b>	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
<b>ДОДАТОК А.....</b>	<b>69</b>
<b>ДОДАТОК Б .....</b>	<b>69</b>
<b>ДОДАТОК В.....</b>	<b>70</b>
<b>ДОДАТОК Г.....</b>	<b>71</b>

## ВСТУП

У сучасному світі зростаюча увага приділяється розробці та впровадженню технологічних рішень для збереження та покращення здоров'я населення. Однією з ключових складових цього напрямку є моніторинг показників здоров'я, зокрема пульсу та артеріального тиску. Мікроконтролерні системи, завдяки своїй компактності та ефективності, стають необхідним інструментом для розробки пристроїв, які можуть надавати точні та зручні вимірювання цих параметрів [56].

Цей дипломний проект спрямований на створення мікроконтролерної системи для вимірювання пульсу та артеріального тиску людини, з використанням популярного та потужного мікроконтролера Atmega 328P. Дана система не лише надасть можливість отримувати точні вимірювання, але й буде легкою у використанні та доступною для широкого кола користувачів.

Основна мета проекту - розробити компактний та ефективний пристрій, який забезпечить зручні та точні вимірювання пульсу та артеріального тиску. Використання мікроконтролера Atmega 328P дозволяє не лише забезпечити високу продуктивність, але і створити пристрій, що легко інтегрується в існуючі медичні системи та може бути використаний в домашніх умовах.

Об'єктом дослідження є процес проектування мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P.

Предметом роботи є функціонування та ефективність мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P.

Поєднання технологій електроніки та медицини у даному проекті відкриває нові перспективи для створення пристроїв, які не тільки діагностують, але й допомагають у підтримці та поліпшенні здоров'я людей.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ПУЛЬСУ ТА АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ ЛЮДИНИ

## 1.1 Актуальність теми

Проблема контролю за здоров'ям та вчасної діагностики серцево-судинних захворювань в сучасному світі є дуже актуальною. Загроза серцево-судинних захворювань стає все більшою, особливо у зв'язку із зростанням стресових ситуацій та неправильним способом життя. Забезпечення можливості ефективного та зручного контролю за пульсом та артеріальним тиском стає важливим завданням в галузі медицини та превентивної діагностики.

Актуальність теми "Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P" обумовлена не лише важливістю моніторингу здоров'я, але і необхідністю вдосконалення та впровадження новітніх технологій для ефективного вимірювання цих важливих показників. За даними світової статистики, кардіоваскулярні захворювання є однією з найпоширеніших причин смерті, тож точні та доступні методи вимірювання пульсу та артеріального тиску стають невід'ємною частиною сучасної медичної практики.

Мікроконтролерна система на базі Atmega 328P виступає як перспективне рішення у сфері вимірювання пульсу та артеріального тиску. Atmega 328P є ефективним та енергоефективним мікроконтролером, здатним точно обробляти вимірювані дані та забезпечувати надійну роботу системи. Використання цієї мікроконтролерної платформи дає можливість розробити пристрій, який може вимірювати пульс та артеріальний тиск з високою точністю та стабільністю.

Розроблена система може бути використана як в домашніх умовах для особистого моніторингу здоров'я, так і в медичних установах для проведення професійного вимірювання.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Огляд та аналіз методів вимірювання артеріального тиску людини

Вимірювання артеріального тиску (АТ) є ключовим елементом діагностики та моніторингу серцево-судинної системи людини. Розгляд та аналіз різних методів вимірювання АТ спрямовані на з'ясування їхньої ефективності, точності та застосовності в різних умовах.

### 1.2.1 Аускультативний метод

Аускультативний метод вимірювання тиску - це широко поширена методика вимірювання артеріального тиску, яка передбачає використання сфігмоманометра та стетоскопа [1]. У цьому методі манжета сфігмоманометра накладається на плече пацієнта та роздувається, щоб тимчасово зупинити кровотік у плечовій артерії. Коли тиск в манжеті повільно скидається, медичний працівник слухає за допомогою стетоскопа, розташованого над плечовою артерією в ліктьовому суглобі.

Метод зосереджений на виявленні двох ключових звуків, відомих як звуки Короткова. Перший звук, який чути під час зниження тиску в манжеті, означає систолічний артеріальний тиск — тиск, при якому кров знову починає текти в артерії. Оскільки тиск у манжеті продовжує падати, якість звуків змінюватиметься, а потім зникне. Точка, коли ці звуки повністю зникають, вказує на діастолічний артеріальний тиск — тиск в артеріях, коли серце перебуває у спокої між ударами.

Цей метод високо цінується за точність і надійність при правильному виконанні. Однак для забезпечення точних показань потрібна належна техніка та підготовка. Такі фактори, як навколишній шум, неправильний розмір манжети та неправильне розташування стетоскопа, можуть вплинути на точність вимірювань. Незважаючи на ці потенційні проблеми, аускультативний метод залишається золотим стандартом для клінічного вимірювання артеріального тиску завдяки прямому оцінюванню змін артеріального тиску.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2.2 Осцилографічний метод

Осцилографічний метод вимірювання артеріального тиску, також відомий як осцилометричний метод, є поширеним автоматизованим методом, який використовується для визначення артеріального тиску [2]. У цьому методі використовується надувна манжета, подібна до тієї, що використовується в аускультативному методі, але заснована на виявленні коливань тиску в манжеті, викликаних артеріальними пульсовими хвилями.

Ось як працює осцилометричний метод:

- накачування манжети: манжета накладається на плече пацієнта та накачується до тиску, вищого за очікуваний систолічний тиск, що тимчасово зупиняє кровотік в артерії;

- поступове спускання повітря: тиск у манжеті поступово скидається. Коли тиск знижується, артеріальна кров знову починає текти, викликаючи коливання тиску в манжеті, ці коливання генеруються пульсуючим кровотоком через частково стиснуту артерію;

- виявлення коливань: датчик у пристрої виявляє ці коливання тиску. Амплітуда цих коливань збільшується, коли тиск в манжеті наближається до систолічного артеріального тиску, і зменшується, коли тиск в манжеті падає нижче діастолічного;

- розрахунок артеріального тиску: пристрій використовує алгоритми для аналізу даних коливань і визначення систолічного та діастолічного тиску. Точка, в якій коливання досягають максимуму, відповідає середньому артеріальному тиску (САТ). Систолічний і діастолічний тиск потім виводяться з MAP і шаблону коливань.

Осцилометричний метод має ряд переваг:

- простота використання: він повністю автоматизований, що робить його зручним і придатним для домашнього використання пацієнтами;
- узгодженість: зменшується ймовірність людської помилки, пов'язаної з ручними методами;

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— неінвазивність: як і аускультативний метод, він неінвазивний і може бути повторений за потреби без ризику для пацієнта.

Однак є деякі обмеження:

— точність: на точність можуть впливати такі фактори, як аритмії, рухи та неправильний розмір або розташування манжети;

— конкретні групи населення: це може бути менш точним для певних груп населення, таких як пацієнти з дуже високим або дуже низьким артеріальним тиском, з жорсткими артеріями або особи з певними захворюваннями.

Незважаючи на ці обмеження, осцилометричний метод широко використовується як у клінічних умовах, так і для домашнього моніторингу артеріального тиску завдяки своїй зручності та надійності для населення.

### 1.2.3 Безконтактні методи

Безконтактні методи вимірювання артеріального тиску — це новітні технології, спрямовані на вимірювання артеріального тиску без необхідності безпосереднього контакту з пацієнтом [2]. У цих методах використовуються різні передові методи та датчики для вимірювання артеріального тиску на відстані.

Ось деякі з найбільш перспективних безконтактних методів, які зараз досліджуються та розробляються:

1) фотоплетизмографія (ФПГ) з комп'ютерним зором. Фотоплетизмографія — це метод, який вимірює зміни об'єму крові в мікросудинному руслі тканини за допомогою світла. У безконтактних установках камери зі спеціалізованими алгоритмами аналізують тонкі зміни кольору та об'єму шкіри, викликані кровотоком.

Процес включає:

— відбиття/поглинання світла: камера знімає відео шкіри, як правило, на обличчі чи руці. Відеодані аналізуються, щоб виявити періодичні зміни інтенсивності кольору, що відповідає серцебиттю;

— аналіз пульсової хвилі: алгоритми обробляють ці зміни, щоб створити пульсову хвилю, яку можна використовувати для оцінки частоти серцевих скорочень і артеріального тиску. Розширені моделі машинного навчання часто використовуються для співвіднесення цих пульсових хвиль із показаннями артеріального тиску.

## 2) методи на основі радіолокації.

Радарна технологія, включаючи доплерівський радар, може використовуватися для вимірювання фізіологічних параметрів, таких як частота серцевих скорочень і частота дихання, які потім можуть бути пов'язані з артеріальним тиском.

Це передбачає:

— мікрохвильові/радіочастотні сигнали: радарна система випромінює радіочастотні (РЧ) сигнали на тіло та приймає відбиті сигнали. Відбиті сигнали змінюють частоту через рухи, викликані серцебиттям і диханням;

— обробка сигналу: отримані сигнали обробляються для вилучення форм імпульсу. Потім ці сигнали можна проаналізувати для оцінки артеріального тиску за допомогою вдосконалених алгоритмів;

3) тепловізор. Теплові камери виявляють тепло, яке виділяє тіло. Зміни температури шкіри можуть свідчити про кровообіг і серцево-судинну діяльність:

— теплові моделі: теплова камера фіксує тепло, що виділяється шкірою. Зміни кровотоку призводять до зміни теплового режиму;

— алгоритмічний аналіз: передові методи обробки зображень аналізують ці теплові моделі, щоб визначити параметри серцево-судинної системи, включаючи артеріальний тиск;

4) акустичні методи. Ці методи використовують звукові хвилі для виявлення фізіологічних сигналів, пов'язаних з артеріальним тиском.

Приклади акустичного методу:

— ультразвук: високочастотні звукові хвилі передаються до тіла, а відбиті хвилі аналізуються для вимірювання швидкості кровотоку;

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— аналіз звуку: для оцінки артеріального тиску використовуються зміни швидкості кровотоку, визначені ультразвуком;

5) лазерна доплерівська віброметрія. Ця техніка використовує лазерний промінь для виявлення поверхневих коливань шкіри, викликаних артеріальними імпульсами.

Приклади використання методу:

— лазерний промінь: лазер спрямовується на шкіру, і відбите світло аналізується на частотні зсуви, викликані вібрацією шкіри;

— аналіз вібрації: ці вібрації, пов'язані з серцебиттям і хвилями артеріального тиску, аналізуються для оцінки артеріального тиску.

#### 1.2.4 Методи з реєстрацією на різних рівнях тіла

Частини тіла, які використовуються для вимірювання артеріального тиску [1]:

- плечова артерія (передпліччя);
- променева артерія (зап'ястя);
- артерії пальців;
- фотоплетизмографія (ФПГ);
- щиколотка (задня великогомілкова або тильна артерія стопи);
- ультразвукове доплерівське дослідження:
- центральні артерії (аорта);
- тонометрія;
- інвазивна катетеризація;
- постійний моніторинг;
- артеріальна тонометрія.

### 1.2.5 Автоматизовані електронні тонометри

Такі пристрої автоматично надувають манжету та реєструють тиск. Вони широко використовуються в домашніх умовах та мають простий інтерфейс для користувача, що робить їх популярними для самостійного моніторингу [2].

Таблиця 1.1 — Порівняльна таблиця методів вимірювання артеріального тиску людини

Метод	Опис	Переваги	Недоліки
1	2	3	4
Аускультативний метод	Традиційний, базується на прослуховуванні турбулентного потоку крові.	Широке використання у клінічній практиці.	Суб'єктивність інтерпретації аускультативних звуків.
Осцилографічний метод	Використання електронних приладів для реєстрації коливань стінок артерій.	Об'єктивні результати.	Вимагає спеціалізованого обладнання.
Безконтактні методи	Вимірювання тиску без прямого контакту, наприклад, за допомогою оптичних сенсорів.	Може бути менш інвазивним та комфортним для пацієнта.	Розвиваються технології, деякі можуть бути експериментальними.

Кінець таблиці 1.1 — Порівняльна таблиця методів вимірювання артеріального тиску людини

1	2	3	4
Методи з реєстрацією на різних рівнях тіла	Технології, що фіксують тиск на різних частинах тіла.	Гнучкість у виборі місця вимірювання.	Вимагає точного позиціонування сенсора, може бути не зручним.
Автоматизовані електронні тонометри	Автоматично надувають манжету та реєструють тиск.	Простий інтерфейс для користувача.	Може бути менш точним в порівнянні з професійними методами.
	Широко використовуються в домашніх умовах.		

Узагальнюючи, вибір методу вимірювання артеріального тиску залежить від конкретного випадку та потреби. Розвиток та вдосконалення цих методів є важливим завданням для забезпечення точних та зручних засобів вимірювання тиску, що сприятиме підвищенню ефективності медичної діагностики та догляду за пацієнтами.

### 1.3 Огляд та аналіз методів вимірювання частоти пульсу людини

Частота пульсу є важливим показником стану серцево-судинної системи та може служити ключовим критерієм для оцінки фізичного здоров'я та стресових станів організму. Огляд та аналіз методів вимірювання частоти пульсу включає

різноманітні техніки та пристрої з метою забезпечення точності та зручності вимірювань.

Методи вимірювання пульсу:

1. Традиційна пальпація артерій.

Найпоширеніший метод, який вимагає ручного визначення пульсу на певних точках тіла, таких як шиї, зап'ястку або стегна. Цей метод досить доступний та не вимагає спеціального обладнання, проте він може бути суб'єктивним та залежить від досвіду лікаря чи використання автоматизованих засобів [5].

2. Використання стетоскопа.

Лікар використовує стетоскоп для прослуховування звуків, що виникають при проходженні крові через артерії. Цей метод дозволяє отримати більше інформації про характер пульса, але вимагає спеціалізованого обладнання та досвіду [1].

3. Оптичні сенсори.

Сучасні технології включають в себе використання оптичних сенсорів, які реєструють зміни в рефлективності шкіри при русі крові. Ці сенсори можуть бути вбудовані в різноманітні пристрої, такі як фітнес-браслети чи смарт-годинники, і забезпечують зручність та неперервний моніторинг [5].

4. Електрокардіографія (ЕКГ).

Вимірює електричну активність серця та може використовуватися для реєстрації частоти пульсу. Такий метод є точним, але вимагає спеціалізованого обладнання та відповідної підготовки [5].

5. Акустичні датчики.

Використовуються для акустичного визначення ритмів крові через тіло. Ці сенсори можуть бути вбудовані в патчі або одяг та надають можливість вимірювання пульсу в режимі реального часу [1].

Узагальнюючи, вибір методу вимірювання частоти пульсу повинен залежати від конкретних умов та потреб користувача чи лікаря. З розвитком технологій та

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інновацій у цій області, нам відкриваються нові можливості для точного та зручного вимірювання цього важливого фізіологічного показника.

Таблиця 1.2 — Порівняльна таблиця методів вимірювання частоти пульсу людини

Метод	Опис	Переваги	Недоліки
1	2	3	4
Традиційна пальпація артерій	Найпоширеніший метод ручного визначення пульсу на певних точках тіла. Доступний та не вимагає спеціального обладнання.	Доступність та простота використання.	Суб'єктивність та залежність від досвіду лікаря. Зменшена точність в порівнянні з деякими іншими методами.
Використання стетоскопа	Лікар використовує стетоскоп для прослуховування звуків, що виникають при проходженні крові через артерії. Дозволяє отримати додаткову інформацію.	Більше інформації про характер пульса. Сприяє деталізованішому аналізу.	Вимагає спеціалізованого обладнання та високого рівня досвіду. Вищий рівень складності порівняно з іншими методами.
Оптичні сенсори	Використання оптичних сенсорів для реєстрації змін в рефлективності шкіри при русі крові. Вбудовані в різноманітні пристрої, забезпечують неперервний моніторинг.	Зручність та неперервний моніторинг. Вбудовані в популярні пристрої.	Можуть бути менш точними в порівнянні з професійними методами. Залежність від правильного використання пристрою.

Кінець таблиці № 1.2 — Порівняльна таблиця методів вимірювання частоти пульсу людини

1	2	3	4
Електрокардіографія (ЕКГ)	Вимірює електричну активність серця та використовується для реєстрації частоти пульсу. Точний, але вимагає спеціалізованого обладнання.	Висока точність та об'єктивність результатів.	Вимагає спеціалізованого обладнання та підготовки. Вищі витрати порівняно з іншими методами.
Акустичні датчики	Використовуються для акустичного визначення ритмів крові через тіло. Вбудовані в патчі чи одяг.	Можливість вимірювання в режимі реального часу. Інтегровані в одяг та патчі.	Можуть вимагати регулярної калібрування. Залежність від правильного розташування.

1.4 Огляд аналогів (відомих пристроїв) для вимірювання пульсу та артеріального тиску людини

Перелік аналогів для вимірювання пульсу та артеріального тиску людини:

1. Omron M3 Comfort.

Цей тонометр від Omron є представником середнього рівня та відзначається високою точністю та зручністю використання. Він оснащений технологією IntelliSense, що дозволяє точно та комфортно вимірювати артеріальний тиск. Крім того, він має пам'ять для зберігання даних та індикатор ризику артеріальної гіпертензії.



Рисунок 1.4.1 — Omron M3 Comfort

## 2. Withings BPM Core.

Цей пристрій від Withings поєднує в собі вимірювання артеріального тиску, пульсу та електрокардіограми (ЕКГ). Він дозволяє користувачеві вимірювати не лише базові параметри, а й отримувати більше інформації про роботу серцево-судинної системи. Пристрій синхронізується з мобільним додатком для аналізу даних.



Рисунок 1.4.2 — Withings BPM Core

## 3. iHealth Feel Wireless Blood Pressure Monitor.

Цей тонометр від iHealth представляє собою бездротовий пристрій, який дозволяє вимірювати артеріальний тиск та пульс. Його зручний дизайн та можливість підключення до смартфона за допомогою Bluetooth роблять його популярним серед користувачів, які шукають зручність використання.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.4.3 — iHealth Feel Wireless Blood Pressure Monitor

#### 4. A&D Medical UA-651BLE.

Цей тонометр від A&D Medical входить у середній ціновий сегмент та пропонує вимірювання артеріального тиску та пульсу. Його переваги включають простоту використання та можливість бездротового підключення до мобільних пристроїв для зручного моніторингу.



Рисунок 1.4.4 — A&D Medical UA-651BLE

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. Beurer BC57 Wrist Blood Pressure Monitor.

Цей тонометр, який надійно кріпиться до зап'ястя, представляє зручність та портативність. Завдяки своєму компактному дизайну, він ідеально підходить для вимірювань в дорозі. Високий рівень точності та простота використання роблять його відмінним вибором для середнього рівня.

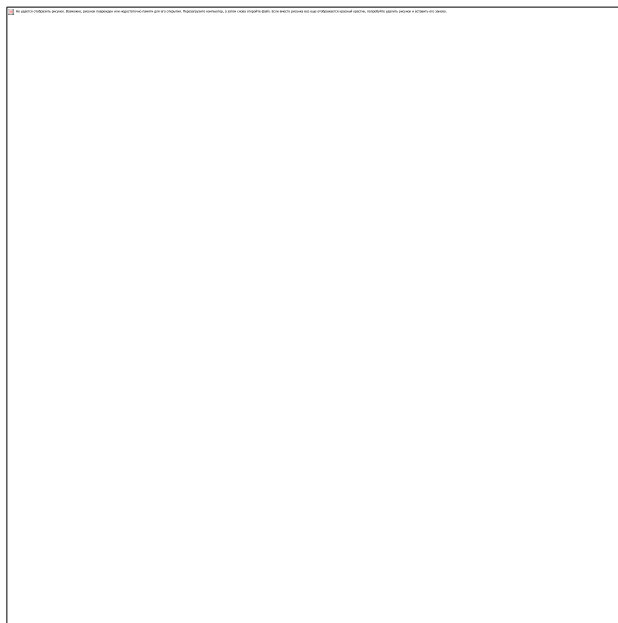


Рисунок 1.4.5 — Beurer BC57 Wrist

Ці пристрої представляють собою середній рівень як за функціональністю, так і за ціною. Вони ідеально підходять для тих, хто шукає надійні та точні пристрої для домашнього вимірювання артеріального тиску та пульсу, при цьому не переплачуючи за розширені функції.

### 1.5 Постановка завдання

Розробка мікроконтролерної системи для вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі мікроконтролера Atmega 328P. Основною метою є створення ефективного та зручного засобу для неперервного моніторингу пульсу та артеріального тиску, забезпечуючи точність та доступність для широкого кола користувачів.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.6 Висновок до першого розділу

В рамках проекту "Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P" було ретельно сплановано та визначено кроки для створення новаторського засобу медичного моніторингу.

Головною метою є розробка компактної та ефективної системи, здатної надавати точні вимірювання пульсу та артеріального тиску з використанням мікроконтролера Atmega 328P.

Планується почати з розробки апаратної частини системи, включаючи розробку електронної схеми та інтеграцію датчиків тиску та пульсу. Застосування сучасних технологій та оптимальних рішень є ключовим етапом для досягнення високої точності та зручності вимірювань.

На наступному етапі передбачається програмна реалізація системи з використанням мікроконтролера. Програмний код буде розроблено для зчитування, обробки та аналізу даних від датчиків, забезпечуючи точність та надійність вимірювань.

Далі планується випробування системи з метою перевірки її правильності та функціональності. Тестування дозволить виявити можливі недоліки та внести необхідні корективи для досягнення оптимальних результатів.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ПРОЄКТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ПУЛЬСУ ТА АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ

У цьому розділі детально описується процес проектування мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску на базі Atmega 328P. Система розробляється з урахуванням вимог до ефективності, надійності та швидкодії, щоб забезпечити точне і надійне вимірювання результату медичного дослідження.

### 2.1 Розроблення структури мікроконтролерної системи

У цьому пункті розглядається детальна структура системи, включаючи всі компоненти та їх взаємозв'язки. Для розроблення структури мікроконтролерної системи було використано модульний підхід. Кожен компонент системи, включаючи мікроконтролер Atmega 328P, датчики пульсу та тиску, LCD-дисплей і електронний мікрофон, був інтегрований відповідно до функціональних вимог та протоколів взаємодії.

Під час розробки структури мікроконтролерної системи також було враховано аспекти її надійності та ефективності. Призначення кожного компонента системи було уважно продумане з метою забезпечення стабільної роботи системи в різних умовах експлуатації. Додатково, при розробці взаємозв'язків між компонентами була надана увага оптимізації шляхом вибору ефективних протоколів комунікації та оптимізації ресурсів. Такий підхід дозволяє забезпечити не лише правильну роботу системи, але і її високу продуктивність у різноманітних умовах використання.

Структура системи розроблялася з урахуванням зручності управління та масштабованості для можливості подальшого розширення функціональності.

На рисунку 2.1.1 зображено структурну схему мікроконтролерної системи.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

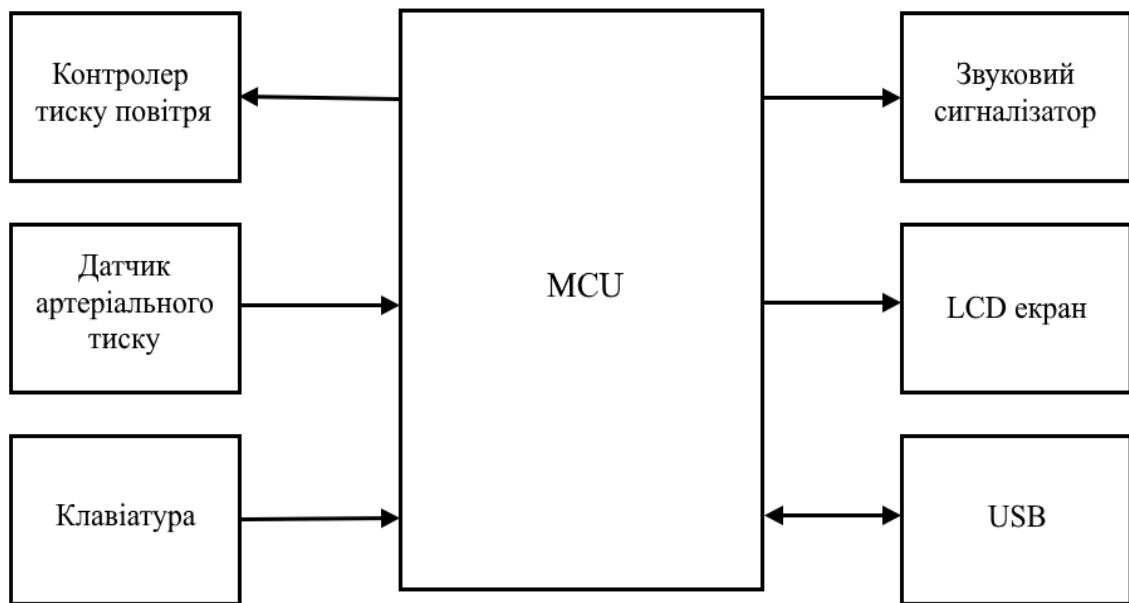


Рисунок 2.1.1 — Структурна схема мікроконтролерної системи

## 2.2 Функціональне призначення основних модулів системи

У цьому пункті детально описується функціональне призначення кожного з основних модулів системи та їх взаємодія між собою.

### 1) мікроконтролер Atmega 328P:

- контроль та керування зовнішніми пристроями через цифрові входи/виходи;
- можливість використання аналогових входів для зчитування аналогових датчиків;
- можливість зберігання та маніпулювання даними у вбудованій флеш-пам'яті;
- забезпечення точного вимірювання часу для різноманітних додатків, таких як затримки та періоди;
- підтримка інтегрованих засобів моніторингу та налагодження для полегшення розробки та тестування програм;
- відповідає за виконання алгоритмів обробки даних та прийняття рішень.

2) давач пульсу:

— забезпечує зчитування інтенсивності пульса користувача та передачу даних до мікроконтролера;

— надає інформацію про стан серцевого ритму для моніторингу здоров'я.

3) давач тиску:

— вимірює тиск у середовищі або на поверхні тіла користувача та передає ці дані до мікроконтролера;

— надає інформацію про рівень тиску для оцінки стану здоров'я.

4) LCD-дисплей:

— відображає інформацію про стан пульсу, тиску та інші дані, що можуть бути корисними для користувача;

— взаємодіє з мікроконтролером для отримання та відображення актуальних даних.

5) електронний мікрофон:

— зчитує аудіосигнали з оточуючого середовища;

— виявляє звукові сигнали, які можуть бути корисними для системи, наприклад, розпізнавання голосових команд.

### 2.3 Вибір апаратних модулів мікроконтролерної системи

У даному пункті здійснюється детальний процес вибору апаратних модулів для створення системи вимірювання пульсу та артеріального тиску.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.3.1 Вибір мікроконтролера Arduino UNO

Arduino UNO — це одна з найпопулярніших та доступних розробних платформ для створення електронних пристроїв та систем. Вона базується на мікроконтролері Atmega328P і має велику кількість вбудованих портів введення-виведення, що дозволяє підключати різні сенсори, пристрої та інші компоненти без необхідності додаткових апаратних засобів. Arduino UNO має простий інтерфейс та широкі можливості розширення завдяки великій кількості доступних доповнень та бібліотек [9].

На рисунку 2.3.1 зображено мікроконтролер Arduino UNO

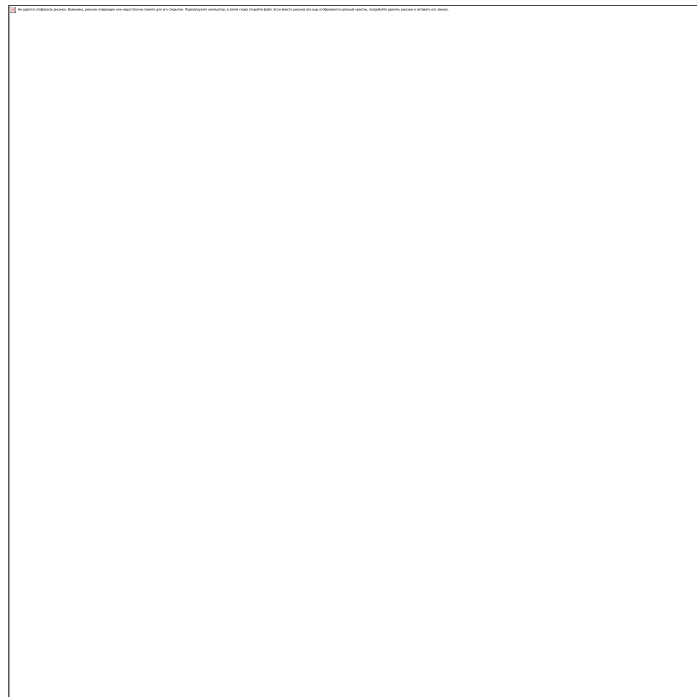


Рисунок 2.3.1 — Мікроконтролер Arduino UNO

Основні характеристики мікроконтролера Arduino UNO:

1) мікроконтролер:

- мікроконтролер: ATmega328P;
- тактова частота: 16 МГц;
- флеш-пам'ять: 32 КБ;
- SRAM: 2 КБ;

- EEPROM: 1 КБ;
  - кількість цифрових входів / виходів: 14 (з них 6 можуть бути використані як PWM виходи);
  - кількість аналогових входів: 6;
  - роздільна здатність ADC: 10 біт;
  - інтерфейси: UART, SPI, I2C;
- 2) інтерфейси:
- D0 (RX) та D1 (TX) — використовуються для серійного зв'язку (UART). RX приймає дані, TX передає дані;
  - D2 - D13 — загальні цифрові виводи, які можуть бути налаштовані на вхід або вихід;
  - PWM виходи (D3, D5, D6, D9, D10, D11) — ці виводи підтримують широтно-імпульсну модуляцію (PWM), що дозволяє створювати аналогові сигнали з цифрових;
  - A0 - A5 — використовуються для вимірювання аналогових сигналів. Вони мають роздільну здатність 10 біт і можуть вимірювати напругу від 0 до 5 В;
  - AREF — напруга опорного джерела для аналогових входів. Використовується для встановлення верхньої межі діапазону вимірювання аналогових входів;
  - GND (Земля) — виводи заземлення для з'єднання з іншими пристроями та схемами;
  - 5V — вихід живлення 5 В, який використовується для живлення підключених компонентів;
  - 3.3V — вихід живлення 3.3 В, який може використовуватися для живлення низьковольтних компонентів;
  - VIN — вхідна напруга для живлення Arduino UNO (якщо не використовується USB);
  - RESET — використовується для перезапуску мікроконтролера;

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— IOREF — надає напругу, з якою працює мікроконтролер. Використовується для налаштування щитів (shields) для сумісності з напругою роботи мікроконтролера;

— USB порт — використовується для програмування Arduino UNO та для серійного зв'язку з комп'ютером;

— ICSP (In-Circuit Serial Programming) Header — використовується для програмування мікроконтролера безпосередньо, минаючи завантажувач;

— DC роз'єм (Power Jack) — використовується для живлення Arduino від зовнішнього джерела напруги (7-12 В);

### 3) особливості роботи мікроконтролера Arduino UNO:

— простота використання: Arduino UNO має простий інтерфейс та легку установку, що робить його ідеальним для початківців;

— розширення можливостей: З великою кількістю доступних бібліотек та модулів, Arduino UNO легко розширюється для виконання різноманітних завдань;

— відкритий код: Arduino IDE є середовищем з відкритим кодом, що дозволяє спільноті користувачів спільно розвивати та вдосконалювати середовище розробки;

— сумісність: Arduino UNO сумісний з широким спектром модулів та пристроїв, що дозволяє використовувати його в різноманітних проектах;

— доступність та вартість: Arduino UNO має доступну ціну та широку доступність, що робить його популярним серед студентів, гобістів та професійних розробників.

Ці характеристики та особливості роблять Arduino UNO привабливим вибором для різних електронних проектів та прототипування.

### 2.3.2 Вибір давача пульсу Pulse Sensor

Давач пульсу Pulse Sensor - це невеликий сенсор, призначений для немедичного вимірювання серцевого ритму. Він зазвичай розташовується на кінчику пальця або вуха користувача і використовує світлові діоди для

вимірювання кровотоку через судини. Pulse Sensor зчитує зміни відбивань крові від серця і надає аналоговий сигнал, що може бути використаний для вимірювання пульсу та моніторингу стану серцевого тиску користувача [10].

На рисунку 2.3.2 зображено давач пульсу Pulse Sensor:



Рисунок 2.3.2 — Давач пульсу Pulse Sensor

На рисунку 2.3.3 зображено зворотню сторону давача пульсу Pulse Sensor

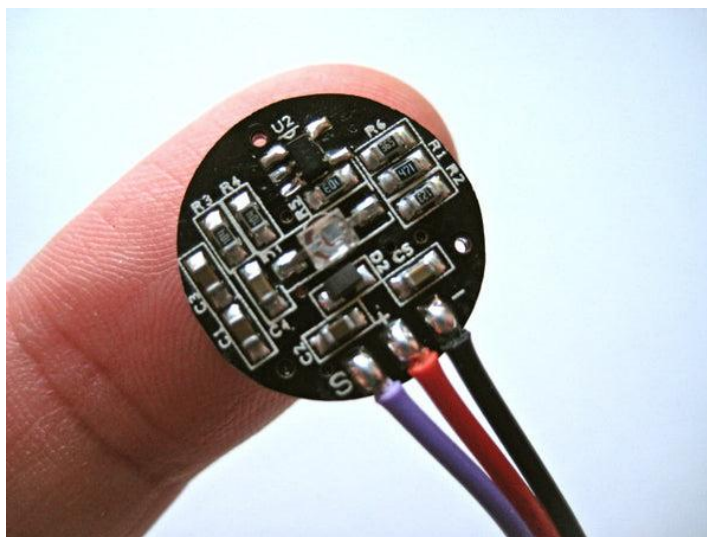


Рисунок 2.3.3 — Зворотня сторона давача пульсу Pulse Sensor

### Характеристики давача пульсу Pulse Sensor:

- метод вимірювання: вимірює пульс за допомогою світлових діодів і фотодіода;
- інтерфейс зв'язку: аналоговий сигнал (0-1023), що залежить від інтенсивності кровообігу;
- живлення: зазвичай живиться від мікроконтролера або джерела живлення напругою 3.3V або 5V;
- робочий діапазон температур: зазвичай від -10°C до +50°C;
- робочий діапазон вологості: зазвичай від 10% до 90%;
- монтаж: легко монтується на пальці, вуху або іншій ділянці шкіри людини;
- розміри: зазвичай компактний та легкий, що дозволяє зручно використовувати його у різних додатках;
- сумісність: може використовуватися з різними мікроконтролерами та платформами розробки, такими як Arduino, Raspberry Pi тощо.

### Особливості давача пульсу Pulse Sensor [10]:

- зручність Plug-and-Play: легко починайте свої проекти завдяки зручному інтерфейсу, сумісному з Arduino, ESP32, micro:bit тощо;
- широка підтримка проекту: від навчальних посібників для початківців до розширених додатків, наша супровідна книга про проект проведе вас через безліч інноваційних застосувань;
- різноманітність застосувань: комплект PulseSensor Kit задовольнить усі ваші потреби, будь то переносні трекери здоров'я, інтерактивні художні інсталяції чи освітні цілі;
- якість, якій можна довіряти: розроблено та виготовлено оригінальними творцями, що забезпечує надійність, точність і постійну продуктивність;
- гармонія апаратного та програмного забезпечення: поставляється з надійною бібліотекою для бездоганної інтеграції та широким набором програмної

підтримки, що робить його ідеальним як для новачків, так і для досвідчених користувачів;

- покращена безпека користувача: продумано розроблений для людського дотику, включаючи міркування щодо безпеки шкіри та очищення сенсора;

- інноваційний дизайн: такі функції, як швейні отвори, роблять його ідеальним для носіння, а його прозорі вінілові точки забезпечують легку та безпечну електричну ізоляцію.

Ці особливості роблять датчик пульсу Pulse Sensor потужним інструментом для вимірювання серцевого ритму та моніторингу здоров'я в різних ситуаціях.

### 2.3.3 Вибір давача тиску HX710B

Давач тиску HX710B — це високоточний інтерфейсний модуль для датчиків тиску, який забезпечує зчитування аналогових сигналів від датчиків і перетворення їх у цифрові значення. Він має вбудований АЦП і інтерфейс зв'язку SPI, що дозволяє легко інтегрувати його з мікроконтролерами та іншими пристроями [11].

Давач HX710B часто використовується в різних застосуваннях, таких як медичне обладнання, вимірювання тиску в системах контролю, автоматизовані системи моніторингу тощо.

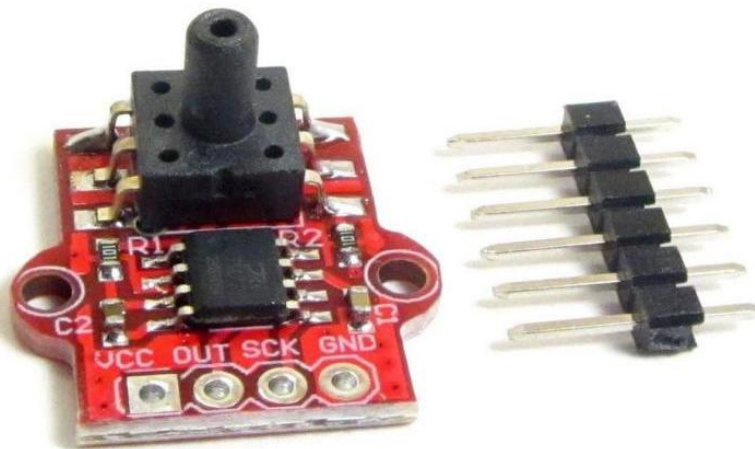


Рисунок 2.3.4 — Давач тиску HX710B

#### Характеристики давача тиску HX710B:

- інтерфейс комунікації: SPI (Serial Peripheral Interface) - цифровий інтерфейс зв'язку для передачі даних між мікроконтролером та давачем;
- робоча напруга: 2.6V - 5.5V;
- робочий струм:  $\leq 1.5$  mA;
- робочий температурний діапазон: -20°C до +85°C;
- роздільність АЦП: 24 біти;
- діапазон вимірювань: залежить від датчика тиску, до якого він підключений, але зазвичай від 0 до 10 кПа до 0 до 1000 кПа;
- частота оновлення: залежить від конфігурації та джерела даних, але зазвичай до 80 Гц;
- шуми: менше 1 мВ;
- стійкість до шуму: має вбудований фільтр, що забезпечує високу стійкість до шуму;
- розміри: зазвичай 20.2 мм x 17.4 мм;
- сумісність: сумісний з різними типами датчиків тиску, такими як датчики на базі мембран або п'єзорезистивні датчики;
- матеріал виготовлення: модуль зазвичай виготовлений з високоякісних компонентів, таких як печатні плати з полімерної кераміки.

#### Особливості давача тиску HX710B:

- висока точність: HX710B забезпечує високу точність вимірювань завдяки вбудованому 24-бітному аналогово-цифровому перетворювачу (АЦП);
- широкий діапазон вимірювань: модуль може працювати з датчиками тиску, які мають різний діапазон вимірювань, що робить його універсальним для різних застосувань;
- стійкість до шуму: має вбудований фільтр та алгоритми, що дозволяють підвищити стійкість до електромагнітних та інших типів шуму;

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— легкість використання: завдяки інтерфейсу SPI та простому підключенню, датчик тиску HX710B легко інтегрується з різними мікроконтролерами та системами;

— низьке споживання енергії: має низьке споживання енергії, що дозволяє ефективно використовувати його в батарейних або мобільних пристроях;

— надійність: висока якість виготовлення та стандартизовані іспити забезпечують надійну роботу модуля протягом тривалого часу.

Ці особливості роблять датчик тиску HX710B ефективним інструментом для вимірювання тиску в різних застосуваннях, від медичного обладнання до автоматизованих систем моніторингу.

#### 2.3.4 Вибір LCD-дисплею 1602A

LCD-дисплей 1602A - це дисплей з рідким кристалом, який має 16 символів на 2 рядки. Він зазвичай використовується для відображення тексту та символів у вбудованих системах і пристроях [12]. Цей дисплей має просте підключення за допомогою паралельного інтерфейсу та може відображати текст у стандартних або зворотних кольорах на чорному фоні.

На рисунку 2.3.5 зображено LCD-дисплей 1602A



Рисунок 2.3.5 — LCD-дисплей 1602A

### Характеристики LCD-дисплею 1602А:

- розмір дисплею: 16 символів на 2 рядки;
- тип дисплею: LCD (рідинні кристали);
- розмір символів: 5x8 точок на символ;
- інтерфейс: паралельний інтерфейс (зазвичай 8-бітний або 4-бітний);
- напруга живлення: зазвичай 5 В;
- споживання енергії: приблизно 1 мА без підсвічування, до 100 мА з підсвічуванням;
- контрастність: змінна за допомогою потенціометра;
- кут огляду: приблизно 6-8 градусів;
- температурний діапазон: зазвичай від -20°C до +70°C;
- підсвічування: заднє підсвічування на основі світлодіодів (може бути окремим модулем);
- інструкційний набір: команди згідно з контролером HD44780;
- розміри дисплею: зазвичай близько 80x36 мм;
- вага: зазвичай менше 50 г.

### Особливості LCD-дисплею 1602А

- простота використання: LCD-дисплей 1602А має простий інтерфейс та зручне підключення, що робить його ідеальним для початківців та швидко інтегрується в різноманітні проекти;
  - зручність: Завдяки розміру 16x2, дисплей забезпечує достатньо місця для відображення коротких повідомлень або статусних індикаторів без перевантаження інтерфейсу;
  - наявність підсвічування: Деякі моделі мають підсвічування, що дозволяє використовувати дисплей у темний час або при поганих умовах освітлення;
  - низьке споживання енергії: LCD-дисплей 1602А має низьке споживання енергії, що робить його ефективним для використання в пристроях, які працюють від батарей або акумуляторів;

— широке застосування: Він може бути використаний у багатьох проектах, таких як пристрої IoT, вимірювальні прилади, системи моніторингу та контролю, пристрої відображення інформації тощо.

Ці особливості роблять LCD-дисплей 1602A популярним вибором для багатьох електронних проектів, де потрібно виводити інформацію для користувача.

#### Переваги LCD-дисплею 1602A:

— простота використання: LCD-дисплей 1602A має простий інтерфейс і легко підключається до різних мікроконтролерів, таких як Arduino. Його використання не потребує глибоких знань в електроніці;

— доступність: цей дисплей широко доступний на ринку і має низьку вартість, що робить його привабливим для аматорських і навчальних проектів;

— висока сумісність: дисплей 1602A сумісний з багатьма мікроконтролерами та одноплатними комп'ютерами, такими як Arduino, Raspberry Pi та інші. Існує багато бібліотек для різних платформ, що спрощує його інтеграцію;

— достатня кількість символів: екран може відображати до 16 символів у двох рядках, що підходить для багатьох базових проектів і дозволяє виводити необхідну текстову інформацію;

— низьке енергоспоживання: LCD-дисплеї, зокрема 1602A, споживають мало енергії, що робить їх придатними для автономних проектів з обмеженим енергоживленням;

— регулювання контрасту: наявність підстроювального резистора для регулювання контрасту дозволяє налаштовувати дисплей для зручного читання при різних умовах освітлення;

— підсвічування: вбудоване підсвічування забезпечує хорошу видимість символів в умовах низької освітленості.

#### Недоліки LCD-дисплею 1602A:

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— обмежена кількість символів: дисплей може відображати лише 32 символи одночасно (16 символів на кожному з двох рядків), що може бути недостатньо для деяких додатків, які потребують більше текстової інформації;

— низька роздільна здатність: роздільна здатність обмежена символами, а не пікселями, що обмежує можливості для виведення графічної інформації або складних шрифтів;

— відсутність кольору: дисплей 1602A зазвичай монохромний (зазвичай зелений або синій з білим текстом), що обмежує можливості для використання в додатках, де важливі кольорові індикатори;

— паралельний інтерфейс: використання паралельного інтерфейсу потребує багатьох пінів для підключення до мікроконтролера (як мінімум 6 пінів), що може бути проблемою при обмеженій кількості вільних пінів на мікроконтролері;

— швидкість оновлення: швидкість оновлення дисплею може бути недостатньою для деяких застосувань, особливо тих, які потребують швидкого виведення змінної інформації;

— обмежена гнучкість відображення: LCD 1602A не підтримує динамічне масштабування шрифтів або відображення різних символів за межами стандартного набору ASCII (хоча можливість створення користувацьких символів частково вирішує цю проблему);

— зовнішній вигляд: дизайн дисплею може виглядати застарілим у порівнянні з сучасними OLED або TFT дисплеями, що може бути важливим фактором для деяких проектів.

Загалом, LCD-дисплей 1602A є надійним і економічним варіантом для базових проектів з мікроконтролерами, але його функціональність і характеристики можуть бути недостатніми для більш вимогливих або сучасних застосувань.

### 2.3.5 Вибір електронного мікрофона МАХ4466

МАХ4466 — це високочутливий мікрофонний модуль з вбудованим підсилювачем [17]. Він призначений для збору аудіосигналів у шумних середовищах або на великі відстані. МАХ4466 має високу якість звуку, низький рівень шуму та широкий діапазон частот, що робить його ідеальним вибором для застосувань у системах запису звуку, моніторингу звукових сигналів та інших аудіо проектах [13].

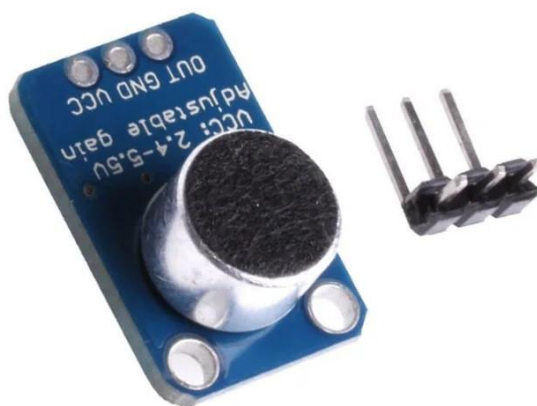


Рисунок 2.3.6 — Електронний мікрофон МАХ4466

Характеристики електронного мікрофона МАХ4466:

- чутливість: діапазон чутливості від -37 до +94 дБ;
- діапазон частот: приблизно від 20 Гц до 20 кГц;
- підсилення: можливість регулювання підсилення від 40 до 125 дБ;
- шуми: мінімальний рівень шуму відноситься до 25 мкВ при підсиленні 40 дБ;
- живлення: робочий діапазон напруги живлення від 2.4 до 5.5 В;
- споживання енергії: низьке, приблизно 0.6 мА в режимі активності;
- розміри: зазвичай має розміри приблизно 20x20 мм.

Особливості електронного мікрофона МАХ4466:

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- висока чутливість: має високочутливий елемент, що дозволяє збирати навіть слабкі аудіосигнали;
- регульоване підсилення: модуль має вбудований підсилювач з можливістю регулювання підсилення відповідно до потреб проекту;
- низький рівень шуму: забезпечує мінімальний рівень шуму для чистого і якісного аудіосигналу;
- широкий діапазон робочої напруги: модуль працює в широкому діапазоні напруги живлення, що робить його універсальним для різних застосувань;
- просте підключення: завдяки простому інтерфейсу та стандартним роз'ємам, його легко підключити до різних пристроїв;
- ефективне споживання енергії: має низьке споживання енергії, що дозволяє ефективно використовувати його в пристроях з обмеженим живленням;
- надійність: MAX4466 відомий своєю стабільністю та надійністю, що робить його популярним вибором для різних аудіопристроїв.

Ці особливості роблять мікрофонний модуль MAX4466 відмінним рішенням для проектів, пов'язаних зі збором аудіоданих та обробкою звуку.

## 2.4 Вибір інтегрованого середовища програмування Arduino IDE

Середовище для програмування Arduino IDE (Integrated Development Environment) — це спеціалізована платформа, призначена для розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів Arduino [16]. Воно забезпечує зручний інтерфейс для написання, компіляції та завантаження коду на плату Arduino.

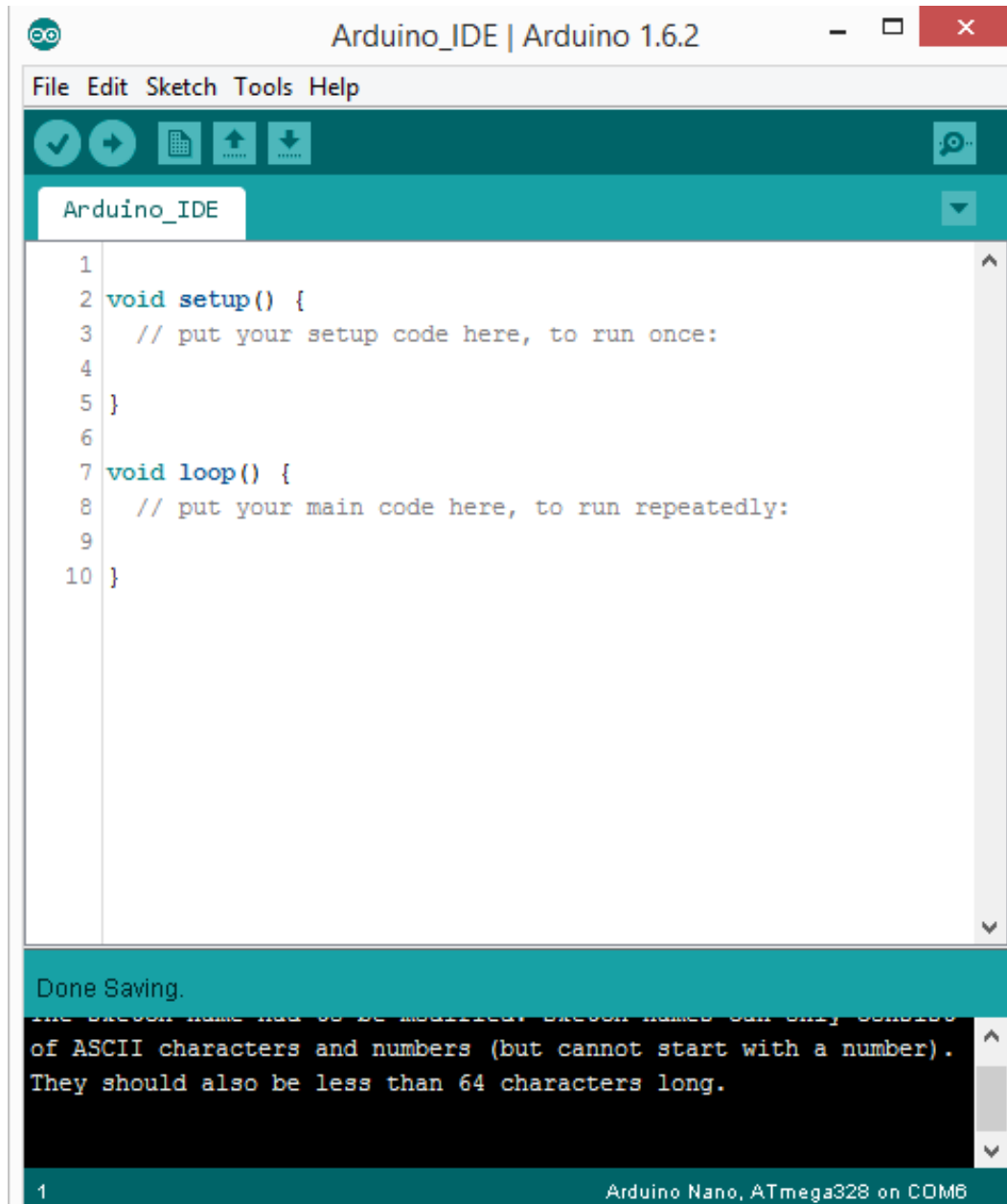


Рисунок 2.4.1 – Інтерфейс додатку Arduino IDE

#### Переваги програми Arduino IDE:

- простота у використанні: Arduino IDE розроблений з урахуванням потреб початківців. Інтерфейс інтуїтивно зрозумілий і легкий у використанні, що дозволяє швидко розпочати програмування навіть без попереднього досвіду;
- велика спільнота користувачів: широка база користувачів та активна спільнота забезпечують доступ до численних прикладів, бібліотек та ресурсів. Це значно полегшує вирішення проблем та реалізацію проектів;

— кроссплатформенність: Arduino IDE доступний для основних операційних систем: Windows, macOS і Linux. Це забезпечує гнучкість використання на різних платформах;

— широкий набір бібліотек: Arduino IDE має вбудований менеджер бібліотек, що дозволяє легко додавати нові бібліотеки для роботи з різноманітними датчиками та модулями. Це спрощує процес розробки і зменшує кількість необхідного коду;

— підтримка великої кількості плат: програма підтримує широкий спектр плат Arduino та сумісних мікроконтролерів, що робить її універсальним інструментом для різних проектів;

— відкритий вихідний код: Arduino IDE є програмою з відкритим вихідним кодом, що дозволяє користувачам модифікувати її відповідно до своїх потреб та сприяти розвитку платформи;

— можливість використання зовнішніх редакторів: хоча Arduino IDE має власний редактор, користувачі можуть налаштувати його для використання з іншими редакторами коду, що може підвищити ефективність роботи.

#### Недоліки програми Arduino IDE:

— обмежені можливості редактора: вбудований текстовий редактор досить простий і не має багатьох функцій, які є в професійних IDE, таких як розширене автозаповнення, рефакторинг коду та інтеграція з системами контролю версій;

— продуктивність: Arduino IDE може працювати повільно, особливо при роботі з великими проектами або складними бібліотеками. Це може негативно впливати на продуктивність і швидкість розробки;

— відсутність розширених інструментів налагодження: Arduino IDE має обмежені можливості для налагодження програм. Вбудовані інструменти не дозволяють виконувати такі дії, як крокове виконання коду або розширений аналіз змінних в режимі реального часу;

— обмежена підтримка проектів: організація великих проектів може бути складною через відсутність системи управління проектами. Всі файли

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зберігаються в одній папці без ієрархії або підтримки модульності, що може призвести до проблем з масштабованістю;

— примітивний інтерфейс користувача: інтерфейс користувача досить простий і може виглядати застарілим у порівнянні з сучасними інтегрованими середовищами розробки;

— обмежена інтеграція з іншими інструментами: хоча Arduino IDE підтримує базову інтеграцію з деякими зовнішніми інструментами, вона не забезпечує такого рівня інтеграції з іншими програмами та сервісами, як професійні IDE;

— відсутність підтримки складних проектів: для великих або комерційних проектів, які потребують складного управління залежностями, розширених інструментів тестування та налагодження, Arduino IDE може виявитися недостатнім.

Особливості застосування Arduino IDE для програмування мікроконтролера Arduino UNO включають:

— підтримка вбудованих функцій: Arduino IDE містить вбудовані функції для роботи з цифровими та аналоговими входами/виходами, що спрощує роботу з мікроконтролером Arduino UNO;

— завантаження коду через USB: Arduino IDE дозволяє завантажувати скомпільований код на мікроконтролер Arduino UNO через USB-підключення, що робить процес програмування швидким та зручним;

— підтримка бібліотек: Arduino IDE має широкий вибір стандартних та сторонніх бібліотек, які дозволяють розширити можливості мікроконтролера та спростити розробку різноманітних проектів.

В цілому, Arduino IDE є потужним інструментом для початківців і професіоналів у програмуванні мікроконтролерів Arduino UNO, що дозволяє швидко і ефективно реалізувати різноманітні ідеї та проекти.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.5 Вибір середовища розробки функціоналу системи Fritzing

Fritzing - це інтегроване середовище розробки для електроніки, яке дозволяє вам створювати схеми, візуалізувати прототипи та реалізовувати РСВ-дизайн [14].

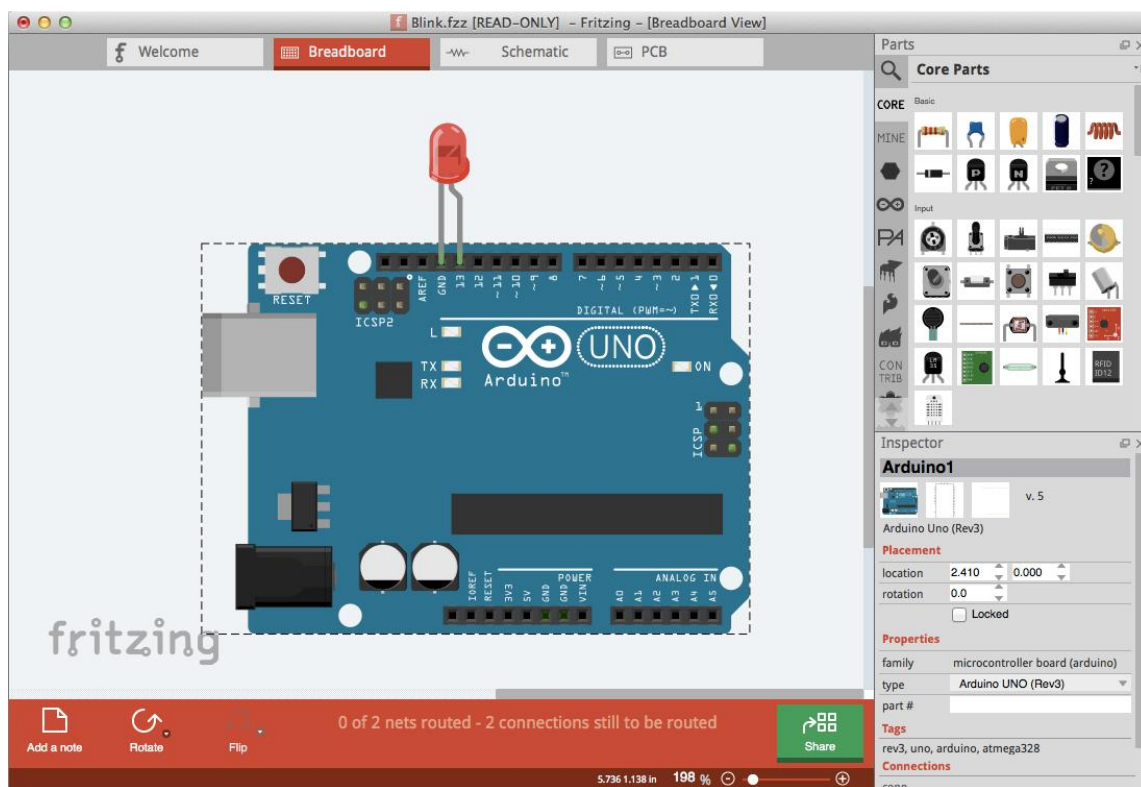


Рисунок 2.5.1 — Інтерфейс системи Fritzing

Переваги програми Fritzing:

- простота у використанні: інтуїтивно зрозумілий інтерфейс робить Fritzing доступним для новачків у сфері електроніки. Це дозволяє швидко створювати макети та прототипи;

- візуалізація схем: можливість створювати візуально привабливі макети схем, що допомагає в навчанні та презентації проектів. Програма надає реалістичні зображення компонентів і з'єднань;

- інтеграція різних режимів проектування: Fritzing підтримує кілька режимів проектування: макет (breadboard), схема (schematic) та друкована плата (PCB). Це дозволяє плавно переходити від одного етапу проектування до іншого;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

— розширювана бібліотека компонентів: хоча вбудована бібліотека може бути обмеженою, користувачі можуть створювати власні компоненти або завантажувати їх з інтернету, що забезпечує гнучкість у використанні;

— відкритий вихідний код: програма має відкритий вихідний код, що дозволяє користувачам вносити власні покращення, додавати нові функції та адаптувати програму під свої потреби;

— спільнота користувачів: активна спільнота користувачів і розробників, які діляться своїми проектами, компонентами та досвідом, що полегшує навчання і вирішення проблем.

#### Недоліки програми Fritzing:

— обмежені можливості редагування схем: програма може не надавати достатньої гнучкості та точності для створення складних електронних схем, що може бути обмеженням для професійних користувачів;

— продуктивність і стабільність: Fritzing може працювати повільно або нестабільно при роботі з великими проектами, що може призводити до зависань і втрати даних;

— обмежена бібліотека компонентів: вбудована бібліотека компонентів не така обширна, як у професійних CAD-інструментах, що може змусити користувачів шукати або створювати власні компоненти;

— примітивний інтерфейс користувача: інтерфейс може здатися застарілим і неінтуїтивним для деяких користувачів, що може ускладнювати освоєння програми;

— обмежені функції для створення друкованих плат: інструменти для проектування друкованих плат в Fritzing менш розвинені, ніж у професійних програмних продуктах, що може ускладнити роботу з більш складними проектами;

— відсутність розширеної підтримки симуляції: Fritzing не має вбудованих функцій для симуляції електронних схем, що обмежує можливості тестування проектів перед їх виготовленням;

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— недостатня документація і підтримка: документація не завжди є вичерпною і зрозумілою, що може ускладнювати навчання і використання програми. Офіційна підтримка може бути нерегулярною;

— комерційна модель: деякі функції та оновлення доступні тільки в платній версії, що може бути недоліком для користувачів, які шукають повністю безкоштовні рішення.

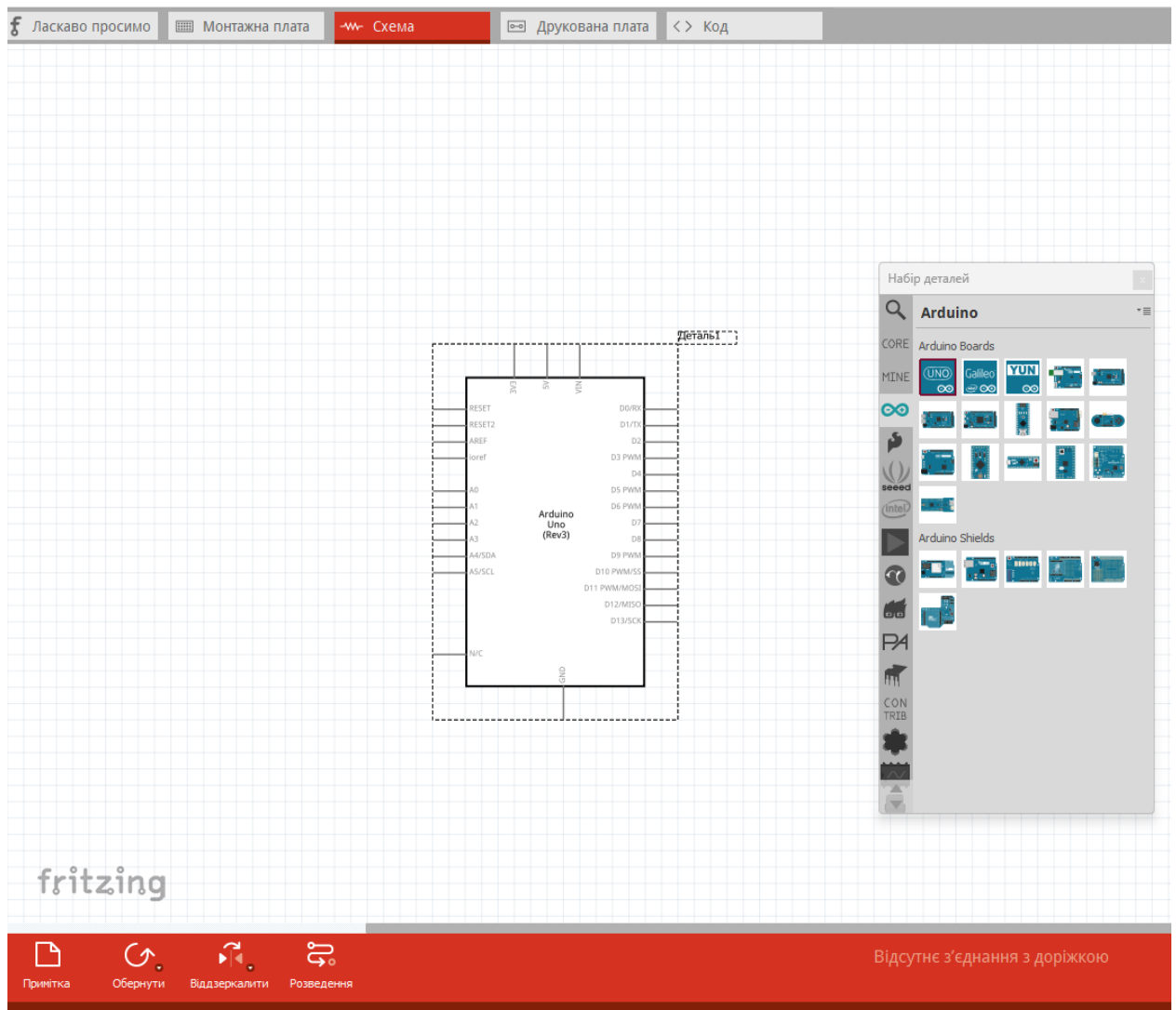


Рисунок 2.5.2 — Вкладка ‘Схема’ інтерфейсу додатку Fritzing

Особливості використання Fritzing включають:

— створення схем: Fritzing дозволяє легко створювати електричні схеми за допомогою перетягування та розміщення компонентів;

- візуалізація прототипів: Вона дозволяє вам візуалізувати ваші прототипи за допомогою графічного інтерфейсу, що полегшує розуміння та роботу з ними;
- експорт в PCB: Fritzing дозволяє експортувати ваші прототипи в формат PCB для подальшого виготовлення печатних плат;
- підтримка спільноти: вона має активну спільноту користувачів, яка може допомогти вам з вирішенням проблем та підтримкою.

В цілому, Fritzing є потужним інструментом для розробки електронних проектів, який дозволяє швидко та ефективно створювати схеми, прототипи та PCB-дизайн.

## 2.6 Висновок до другого розділу

Розроблення структури мікроконтролерної системи було основою для подальшої роботи над проектом. Чітко визначена структура дозволить ефективно організувати роботу над іншими етапами проекту.

Функціональне призначення основних модулів системи було з'ясовано, що дозволило зрозуміти, як кожен модуль внесе свій внесок у функціонал системи та яку роль він відіграє у загальній архітектурі.

Вибір апаратних модулів мікроконтролерної системи був проведений із залученням відповідних компонентів, які найкраще відповідають вимогам проекту.

Обрані компоненти, такі як мікроконтролер Arduino UNO, датчики пульсу та тиску Pulse Sensor і HX710B, LCD-дисплей 1602A , а також електронний мікрофон МАХ4466, мають оптимальні характеристики для виконання поставлених завдань.

Вибір середовища розробки функціоналу системи Fritzing є важливими етапами, який дозволить зручно та ефективно працювати над проектом, використовуючи потужні інструменти та ресурси, що надаються цим середовищам.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір середовища розробки функціоналу системи Arduino IDE є важливим етапом, який дозволить зручно та ефективно працювати над проектом, використовуючи потужні інструменти та ресурси, що надаються цим середовищем. Arduino IDE забезпечує простий і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє легко писати, компілювати та завантажувати код на мікроконтролери. Завдяки великій спільноті користувачів та доступу до численних бібліотек і прикладів, розробка стає швидшою і легшою. Кроссплатформенність IDE дозволяє працювати на різних операційних системах, таких як Windows, macOS і Linux, що забезпечує гнучкість і універсальність. Крім того, відкритий вихідний код Arduino IDE дозволяє користувачам модифікувати і вдосконалювати програму відповідно до своїх потреб, сприяючи розвитку і адаптації платформи під різні проекти.

Отже, на основі проведеного аналізу можна зробити висновок про те, що розробка мікроконтролерної системи проводилася систематично та з урахуванням ключових аспектів, що забезпечить успішну реалізацію проекту.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ПУЛЬСУ ТА АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ

#### 3.1 Розроблення функціональної схеми мікроконтролерної системи

Проектування приладу необхідно розпочати з функціональної схеми, яка буде слугувати основою майбутньої системи. На рисунку 3.1.1 зображена схема майбутнього приладу.

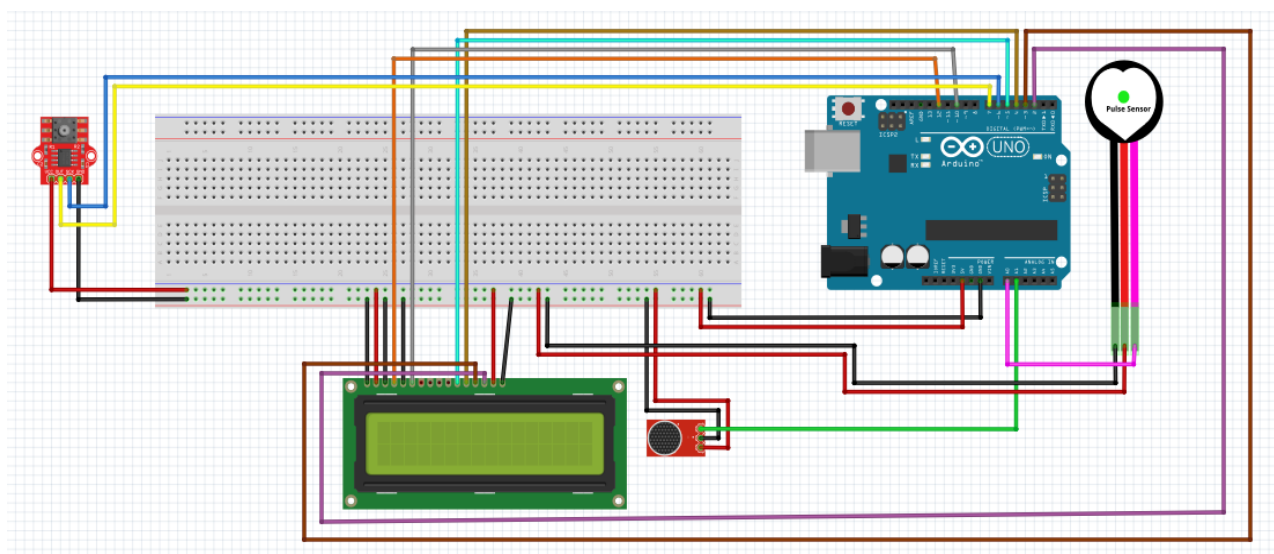


Рисунок 3.1 — Функціональна схема пристрою

Розробка функціональної схеми пристрою здійснювалася в додатку для розроблення схем і друкованих плат 'Fritizing'.

Функціональна схема мікроконтролерної системи контролю доступу на основі мікроконтролера Arduino включає кілька ключових компонентів, кожен з яких виконує свою важливу роль.

Мікроконтролер Arduino є центральним блоком системи, який координує роботу всіх інших компонентів, отримує сигнали з датчиків, обробляє їх і керує відображенням інформації на LCD-дисплеї.

Pulse Sensor підключається до Arduino і використовується для вимірювання частоти серцевих скорочень, зчитуючи пульс користувача та передаючи аналоговий сигнал на Arduino.

Мікрофон на базі підсилювача MAX4466 використовується для зчитування голосових команд або інших аудіо сигналів, які можуть бути частиною процесу аутентифікації. Він посилює аудіосигнал і передає його на Arduino для подальшої обробки.

LCD-дисплей підключається до Arduino для відображення даних про стан системи, частоту серцевих скорочень користувача або інших повідомлень, наприклад, залежно від результатів перевірки пульсу або розпізнавання голосових команд.

Датчик тиску HX710B використовується для вимірювання тиску, забезпечуючи перетворення аналогового сигналу в цифровий, що дозволяє Arduino більш точно обробляти дані.

Мікроконтролер Arduino отримує сигнали від Pulse Sensor, мікрофона MAX4466 і датчика тиску HX710B, обробляє ці дані і виводить результати на LCD-дисплей.

### 3.2 Розроблення електрично-принципової схеми мікроконтролерної системи

На рисунку 3.2 представлена електрично-принципова схема мікроконтролерної системи.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

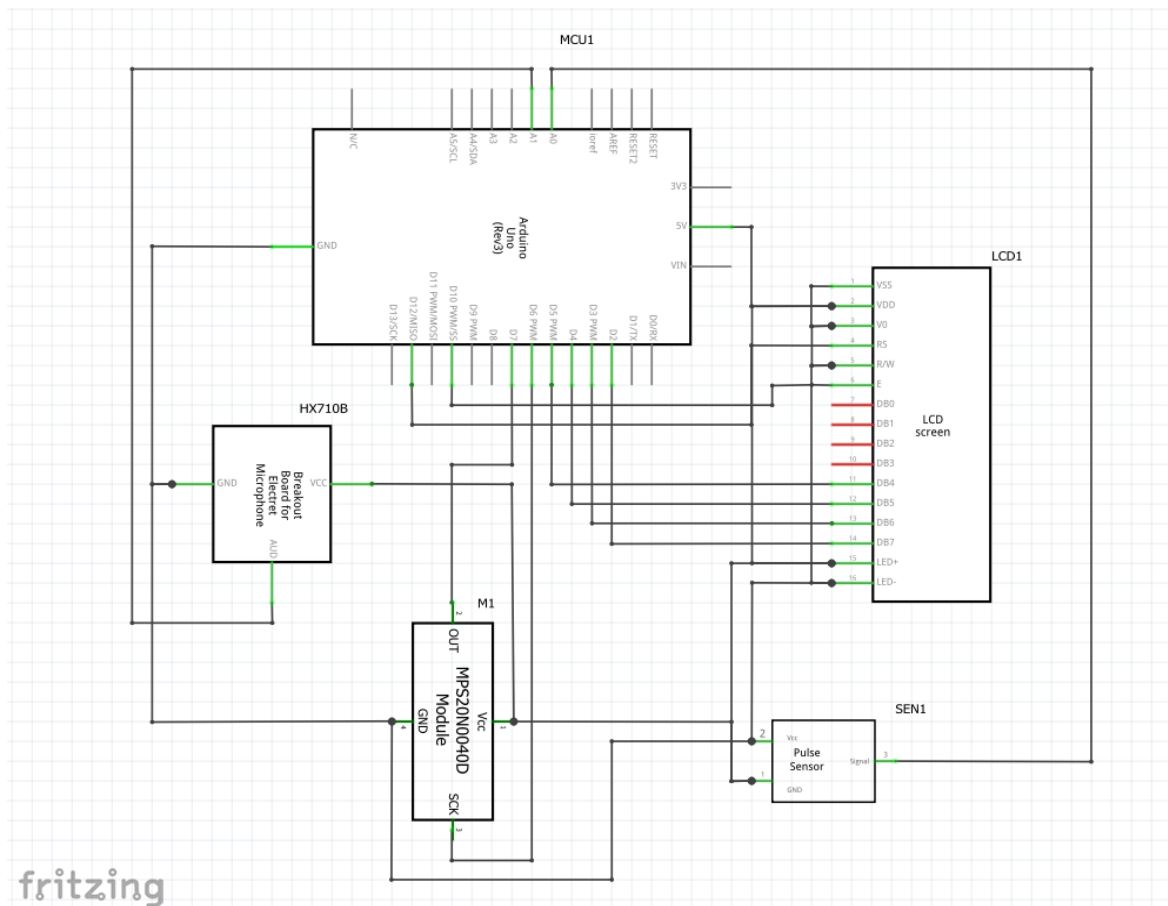


Рисунок 3.2 — Електрично принципова схема мікроконтролерної системи

### 3.2.1 Під'єднання до мікроконтролерної плати давача пульсу Pulse Sensor

На рисунку 3.3 показано схему під'єднання давача Pulse Sensor до Arduino UNO.

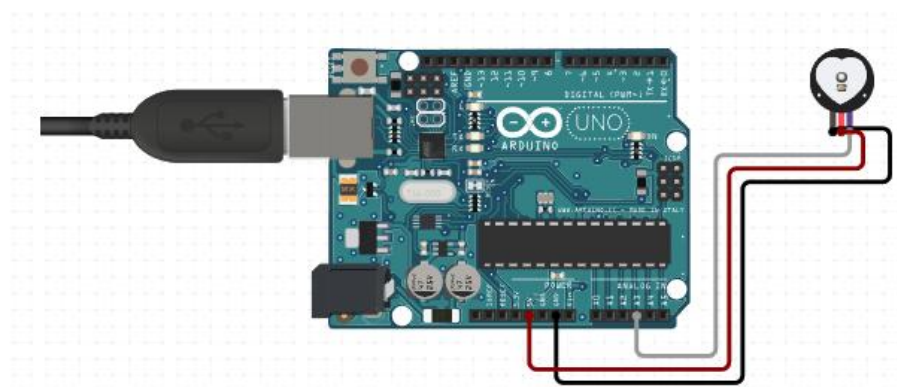


Рисунок 3.3 — Схема під'єднання давача пульсу Pulse Sensor до Arduino UNO

Модуль Pulse Sensor має три виводи для підключення до мікроконтролера Arduino:

— VCC (живлення): цей вивід підключається до джерела живлення Arduino, зазвичай до 5V пін на платі Arduino. Це забезпечує живлення для сенсора.

— GND (земля): цей вивід підключається до GND (земля) піну на платі Arduino, завершуючи електричний ланцюг і забезпечуючи спільну точку відліку для електричних сигналів.

— Signal (сигнал): цей вивід підключається до аналогового входу на платі Arduino, зазвичай до одного з аналогових пінів (наприклад, A0). Цей вивід передає аналоговий сигнал, що відповідає частоті серцевих скорочень, до мікроконтролера для подальшої обробки.

Код програми для підключення датчика пульсу Pulse Sensor до Arduino UNO:

```
#include "Arduino.h"
#include "pulse-sensor-arduino.h"
#define HEARTPULSE_PIN_SIG      A0

PulseSensor heartpulse;
const int timeout = 10000;      //define timeout of 10 sec
char menuOption = 0;
long time0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial) ;
  //очікування підключення послідовного порту
  Serial.println("start");
```

```

    heartpulse.begin(HEARTPULSE_PIN_SIG);
    menuOption = menu();
}

void loop()
{
    if(menuOption == '1')
    {
        int heartpulseBPM = heartpulse.BPM;
        Serial.println(heartpulseBPM);
        if (heartpulse.QS == true) {
            Serial.println("PULSE");
            heartpulse.QS = false;
        }
    }
    if (millis() - time0 > timeout)
    {
        menuOption = menu();
    }
}

char menu()
{
    Serial.println(F("\nWhich component would you like to test?"));
    Serial.println(F("(1) Heart Rate Pulse Sensor"));
    Serial.println(F("(menu) send anything else or press on board reset button\n"));
    while (!Serial.available());
    while (Serial.available())
    {
        char c = Serial.read();

```

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

if (isAlphaNumeric(c))
{
  if(c == '1')
Serial.println(F("Now Testing Heart Rate Pulse Sensor"));
  else
  {
    Serial.println(F("illegal input!"));
    return 0;
  }
  time0 = millis();
  return c;
}
}
}

```

### 3.2.2 Під'єднання до мікроконтролерної плати датчик тиску HX710B

На рисунку 3.4 показано схему під'єднання датчик тиску HX710B до Arduino UNO.

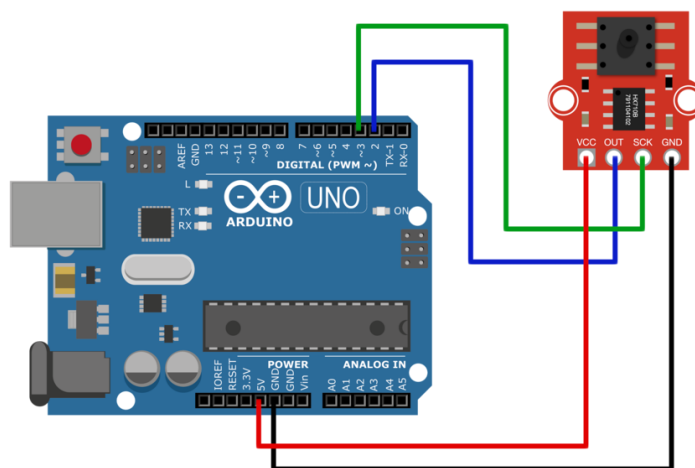


Рисунок 3.4 — Схема під'єднання датчик тиску HX710B до Arduino UNO

Виводи SCK і OUT давача тиску HX710B під'єднані до 6 і 7 цифрових пінів відповідно на Arduino UNO. Виводи VCC та GND підключені до відповідних виводів 5V та GND на Arduino.

Для зчитування даних з HX710B потрібна бібліотека для роботи з цим ADC. Однією з популярних бібліотек є "HX711", яка може бути адаптована для роботи з HX710B, оскільки обидва чипи мають схожий інтерфейс.

Код програми для підключення давача тиску HX710B до Arduino UNO:

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  scale.begin(DOUT_PIN, SCK_PIN);  
  scale.set_scale(); // Коефіцієнт масштабування  
  scale.tare(); // Встановлює нульову точку  
}  
void loop() {  
  // Зчитуємо значення тиску  
  float pressure = scale.get_units(10); // Середнє значення з 10 зчитувань  
  Serial.print("Pressure: ");  
  Serial.println(pressure);  
  // Додавання маленької паузи для зменшення навантаження  
  мікроконтроллера  
  delay(500);  
}
```

### 3.2.3 Під'єднання до мікроконтролерної плати LCD-дисплею.

На рисунку 3.5 показано схему під'єднання LCD-дисплею до Arduino UNO.

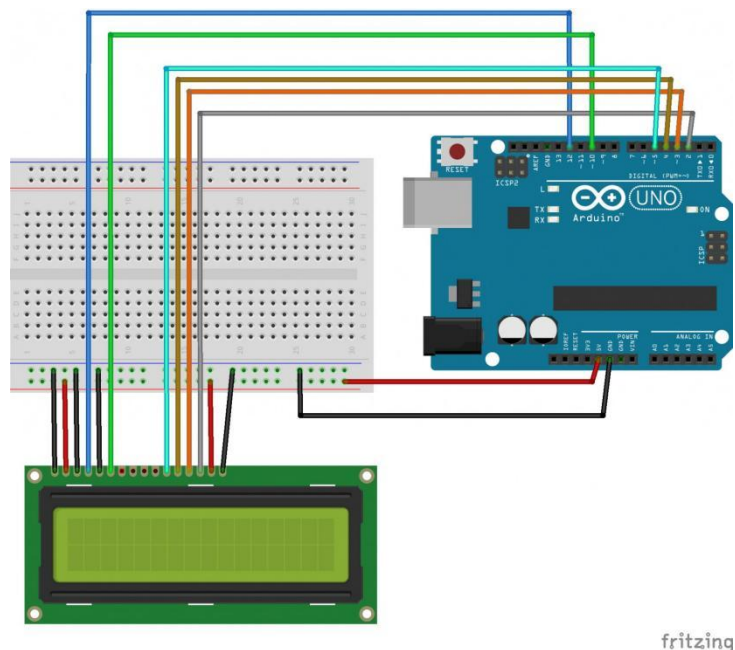


Рисунок 3.5 — Схема під'єднання LCD-дисплею до Arduino UNO

Призначення контактів LCD-дисплею 1602A:

- VSS: "-" живлення модуля;
- VDD: "+" живлення модуля;
- VO: вивід управління контрастом;
- RS: вибір регістра;
- RW: вибір режиму запису або читання (при підключенні до землі, встановлюється режим запису);
- E: строб по спаду;
- DB0-DB7: цифровий вихід;
- A: "+" живлення підсвічування;
- K: "-" живлення підсвічування.

Для відображення пульсу людини на LCD-дисплеї потрібно завантажити наступний код:

```

void setup()
{ Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  //Конфігурування PulseSensor
  pulseSensor.analogInput(PULSE_SENSOR_PIN);
  pulseSensor.blinkOnPulse(LED_PIN);
  pulseSensor.setThreshold(THRESHOLD);
  //Перевірка ініціалізації Pulse Sensor
  if (pulseSensor.begin())
  { Serial.println("PulseSensor object created successfully!");
    }}
void loop(){
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Heart Rate");
  //Отримання поточної кількості ударів в хвилину (BPM)
  int currentBPM = pulseSensor.getBeatsPerMinute();
  // Перевірка виявлення пульсу
  if (pulseSensor.sawStartOfBeat()){
    Serial.println("♥ A HeartBeat Happened!");
    Serial.print("BPM: ");
    Serial.println(currentBPM);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("BPM: ");
    lcd.print(currentBPM);}
  // Додавання маленької паузи для зменшення навантаження
  мікроконтролера
  delay(20);}

```

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ

Арк.  
53

### 3.2.4 Під'єднання до мікроконтролерної плати електронного мікрофона MAX4466

На рисунку 3.6 показано схему під'єднання електронного мікрофона MAX4466 до Arduino UNO.

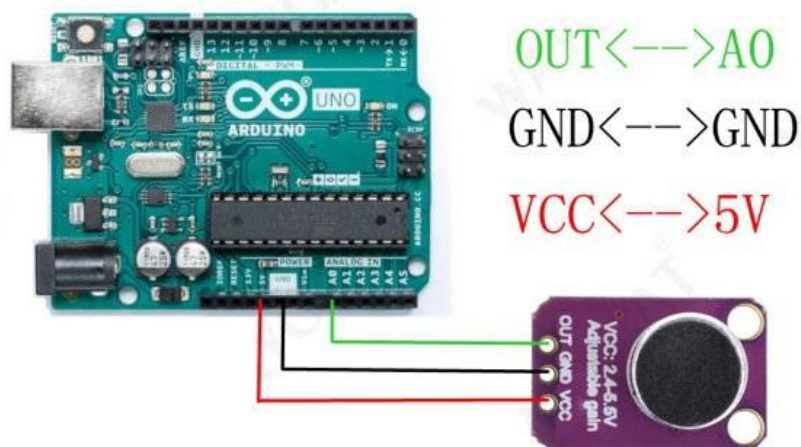


Рисунок 3.6 — Схема під'єднання електронного мікрофона MAX4466 до Arduino UNO

Для під'єднання мікрофона MAX4466 до плати Arduino Uno потрібно підключити кабель живлення (VCC) мікрофона до контакту "+5V" на платі Arduino Uno і кабель землі (GND) до відповідного контакту "GND". Потім провести аналоговий вихід (OUT) мікрофона до будь-якого вільного аналогового входу на платі Arduino UNO.

Для обробки вхідних голосових команд потрібно завантажити наступний код:

```
const int sampleWindow = 50; //50 мс = 20 Hz
int const AMP_PIN = A1;
unsigned int sample;

void setup()
```

```

{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  unsigned long startMillis = millis();
  unsigned int peakToPeak = 0;
  unsigned int signalMax = 0;
  unsigned int signalMin = 1024;
  //Збір інформації протягом 50 мс
  while (millis() - startMillis < sampleWindow)
  {
    sample = analogRead(AMP_PIN);
    if (sample < 1024) // відбір вірних даних
    {
      if (sample > signalMax)
      {
        signalMax = sample; // збереження лише максимального рівня
      }
      else if (sample < signalMin)
      {
        signalMin = sample; // збереження лише мінімального рівня
      }
    }
  }
  peakToPeak = signalMax - signalMin; // Амлітуда коливання
  Serial.println(peakToPeak);
}

```

### 3.3 Розроблення алгоритму вимірювання пульсу людини

Для розробки алгоритму вимірювання потрібно більш детально розглянути будову давача пульсу Pulse Sensor [9].

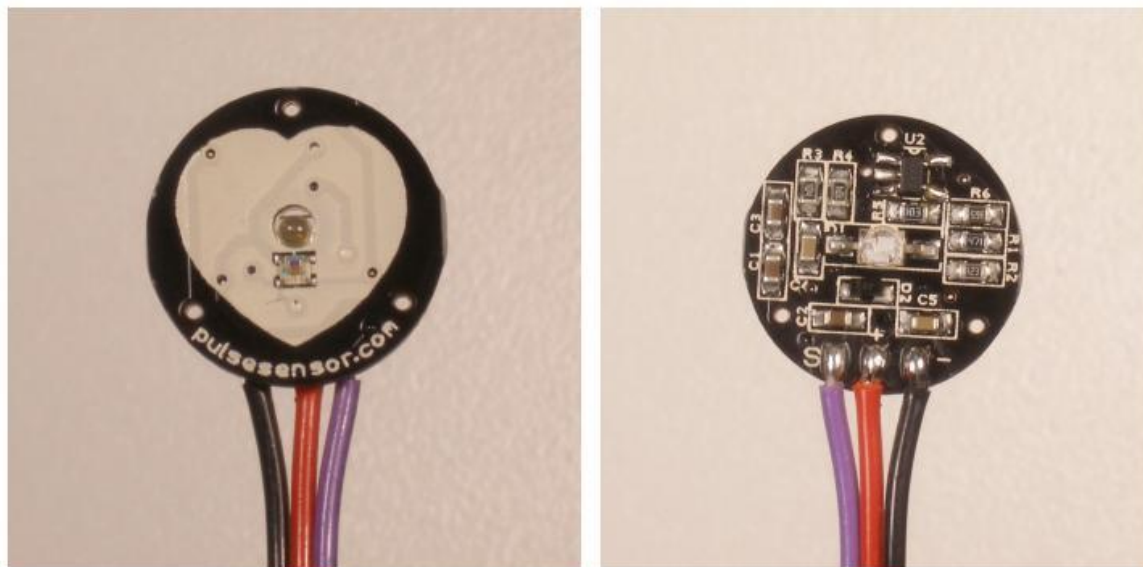


Рисунок 3.7 —Зображення давача пульсу Pulse Sensor

Передня частина давача має логотип у формі серця та є стороною, що контактує зі шкірою. На цій частині є малий круглий отвір, через який світлодіод просвічує ззаду, і також невеликий квадрат прямо під світлодіодом.

Квадратний відсік - це датчик освітлення навколишнього середовища, аналогічний до тих, що використовуються у мобільних пристроях для автоматичного регулювання яскравості екрану.

Світлодіод випромінює світло на шкіру пальця, мочки вуха або інші тканини капілярів, після чого датчик відбирає відбите світло. На задній панелі датчика розташовані решта компонентів, включаючи світлодіод з зворотним кріпленням.

Якщо занадто сильно схопити датчик, уся кров з кінчика пальця відійде з пальця і сигналу не буде. Якщо тримати його занадто легенько, датчик також не працюватиме. Точковий тиск на датчику імпульсу дасть приємний чистий сигнал.

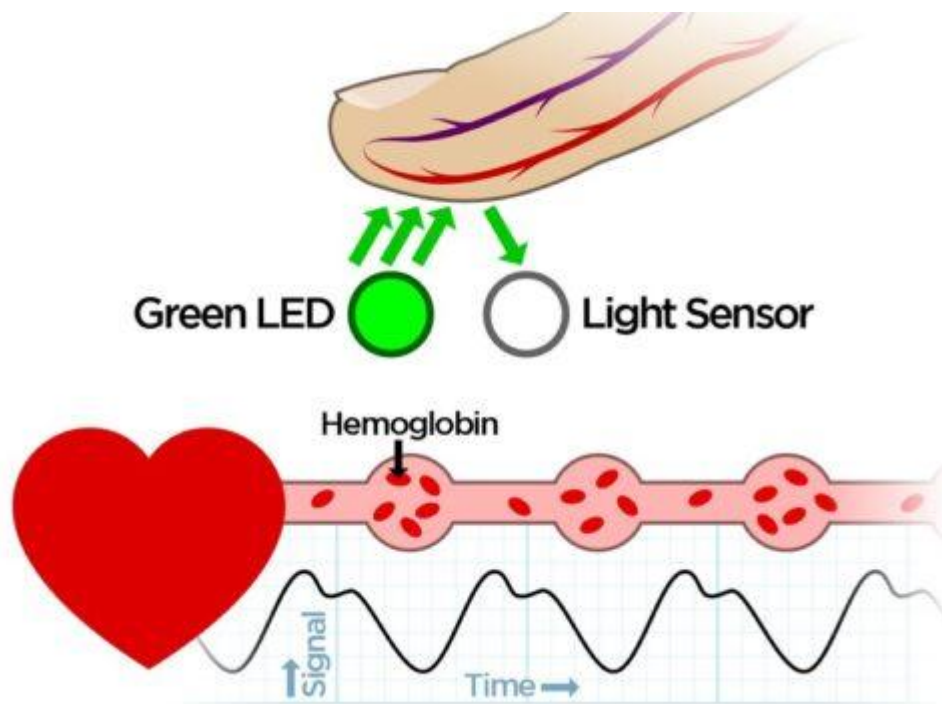


Рисунок 3.8 — Робота датчика пульсу

Робота датчика пульсу [15]:

- випромінювання світла: зелений світлодіод випромінює світло в шкіру;
- відображення та виявлення: світло взаємодіє з кров'ю та частково відбивається назад, збирається фотодетектором;
- частота серцевих скорочень: зміни у відбитому світлі створюють хвилі, які корелюють із серцевими скороченнями;
- рівень кисню: кількість відбитого світла також вказує на рівень кисню в крові, оскільки оксигенована кров поглинає більше зеленого світла;
- фільтрація сигналу: фільтр нижньої частоти очищає шумний, сирій сигнал від фотодетектора;
- підсилення: операційний підсилювач підсилює фільтрований сигнал для кращої точності;
- читання даних: нарешті, Arduino читає підсилений сигнал, а програмні алгоритми перекладають його в частоту серцевих скорочень і рівень кисню в крові.

### 3.4 Розроблення алгоритму вимірювання артеріального тиску людини

Принцип роботи пристрою наступний: манжета наповнюється повітрям досягненням позначки тиску в 180 мм ртутного стовпа. Після досягнення цієї позначки компресор зупиняє подачу повітря. Потім повітря починає випускатися "сходінками" через клапан, який відкривається на 50 мс кожні 4 секунди. Систолічний тиск визначається при наявності виразних осциляцій крові в манжеті. Після зникнення осциляцій встановлюється діастолічний тиск. Таким чином отримуються два показники: систолічний та діастолічний тиск, які потім передаються мікрокомп'ютеру і, нарешті, користувачеві.

На рисунку 3.9 зображено блок-схему алгоритму вимірювання артеріального тиску, яка працює таким чином:

- ініціалізуємо давач тиску та мікрофон – ініціалізація бібліотек, констант, змінних;
- отримка даних – отримуємо дані з давача тиску;
- перевірка умови «Максимальний тиск» – перевірка якщо давач тиску не зафіксував встановлену максимальну величину продовжуємо зчитувати дані;
- перевірка умови «Мінімальний тиск» – перевірка якщо давач тиску зафіксував встановлену мінімальну величину починаємо обраховувати дані;
- мікрофон слухає серцевий ритм – мікрофон зчитує серцевий ритм;
- обчислення даних – обчислення даних, а саме переведення кП в мм рт.ст;
- виведення артеріального тиску на дисплей – після завершення циклу вимірювання виведення інформації на дисплей.



Рисунок 3.9 – Алгоритм вимірювання артеріального тиску  
 3.5 Тестування прототипу мікроконтролерної системи

На рисунку 3.10 зображено осцилометричні форми, отримані з кривої тиску в манжеті.

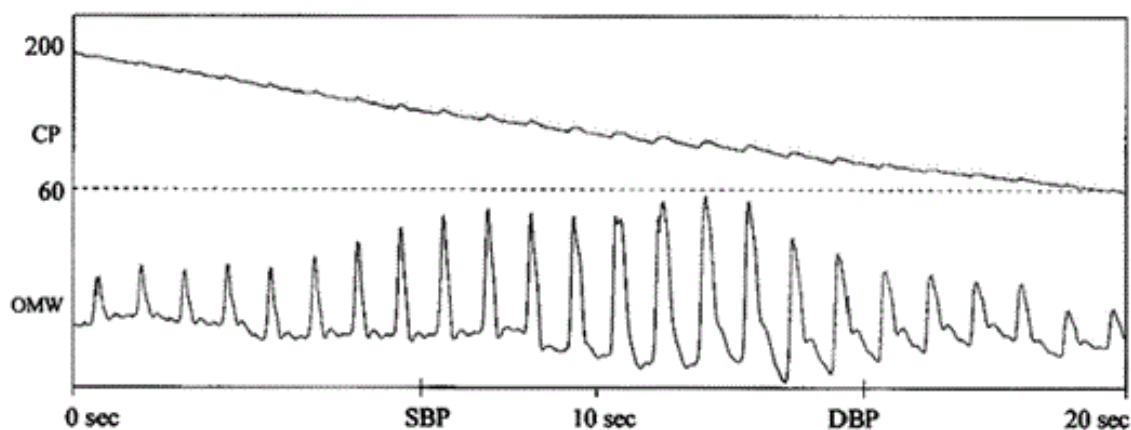


Рисунок 3.10 — Осцилометричні форми, отримані з кривої тиску в манжеті

SBP - систолічний тиск.

Систолічний тиск — це верхнє значення у вимірюванні артеріального тиску, яке показує тиск у артеріях в момент скорочення серцевого м'яза, коли серце викидає кров у кровоносну систему. Це найбільший тиск, який кров чинить на стінки артерій.

DBP - діастолічний тиск.

Діастолічний тиск — це нижнє значення у вимірюванні артеріального тиску, яке показує тиск у артеріях в момент розслаблення серцевого м'яза між ударами серця, коли серце наповнюється кров'ю. Це найнижчий тиск, який кров чинить на стінки артерій.

На рисунку 3.11 зображено графік отриманих даних з давача пульсу:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

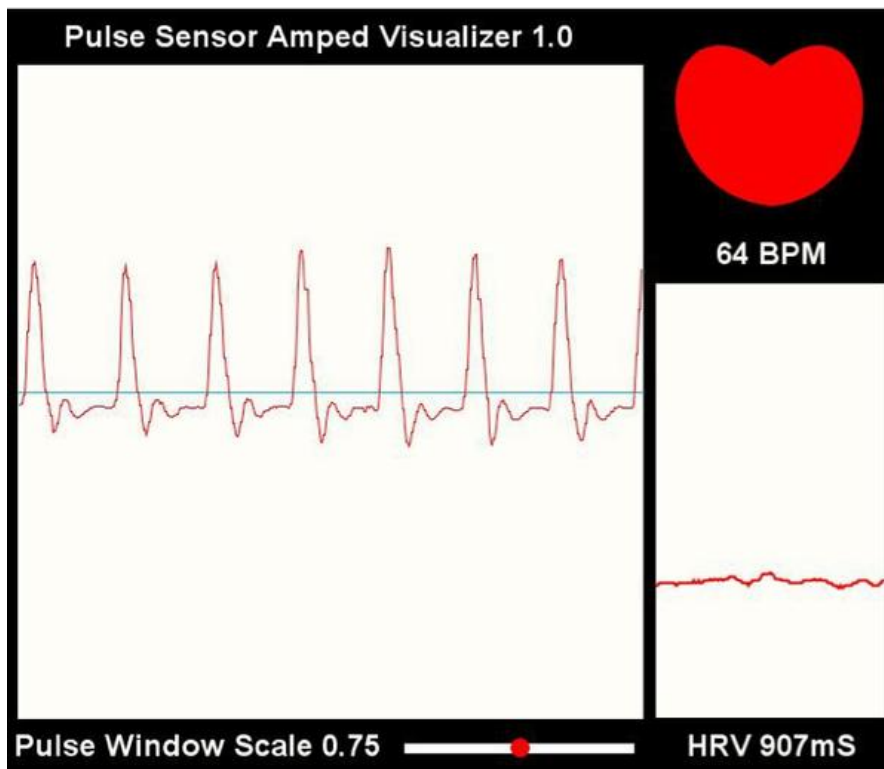


Рисунок 3.11 — Отримані дані з давача тиску Pulse Sensor

Давач пульсу показав результат 64 удари на хвилину, це свідчить про нормальний серцевий ритм для дорослої людини в стані спокою. Нормальний діапазон серцевого ритму в спокої зазвичай становить від 60 до 100 ударів на хвилину.

Такий показник може свідчити про хороший фізичний стан, особливо якщо регулярно займатись фізичними вправами, оскільки треновані серця часто мають нижчий ритм у спокої.

Відсутність інших негативних симптомів підтверджує, що серцевий ритм в межах норми вказує на нормальне функціонування серцево-судинної системи.

Враховуючи ці дані, можна зробити висновок, що 64 удари на хвилину є показником здорового серцевого ритму.

На рисунку 3.12 зображено LCD-дисплей під час вимірювання пульсу людини

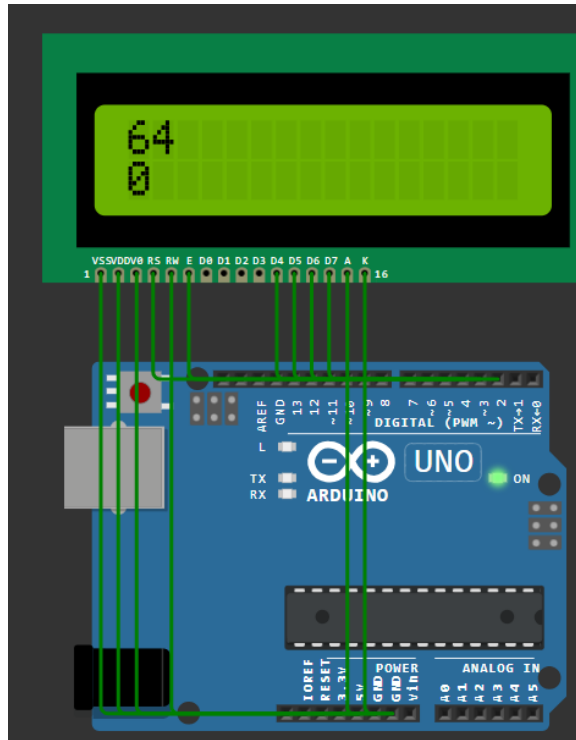


Рисунок 3.12 — Вивід даних на LCD-дисплей під час вимірювання пульсу людини

### 3.6 Висновок до третього розділу

У цьому розділі було розроблено функціональну та принципову схеми мікроконтролерного пристрою для вимірювання пульсу та артеріального тиску людини, що базується на мікроконтролері Atmega 328P. Описано під'єднання основних компонентів, таких як давач пульсу Pulse Sensor, давач тиску HX710B, LCD-дисплей та електронний мікрофон MAX4466 до мікроконтролера Arduino UNO. Враховано взаємодію між цими компонентами та їх вплив на загальну працездатність системи.

Було розроблено програмне забезпечення для керування пристроєм, а також детально описано код для підключення окремого компонента до мікроконтролера Arduino UNO. У цьому процесі були включені всі необхідні кроки, починаючи від фізичного підключення проводів і завершуючи налаштуванням програмного забезпечення для взаємодії з компонентом.

Розглянуто деталі, що стосуються як апаратної, так і програмної частини підключення. Зокрема, описано методи та інтерфейси для забезпечення коректної роботи компонента з мікроконтролером. У програмному забезпеченні враховано

специфіку роботи компонента, що дозволяє максимально ефективно використовувати його можливості. Розроблено та оптимізовано алгоритм вимірювання пульсу і артеріального тиску, звернувши особливу увагу на мінімізацію помилок та забезпечення стійкості показників пристрою.

Прототип пристрою пройшов тестування, включаючи випробування на стійкість до різноманітних умов експлуатації, що дозволило підтвердити його працездатність та надійність в реальних умовах. Результати тестування були використані для подальшого вдосконалення прототипу та уточнення його характеристик з метою відповідності вимогам специфікації.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

## ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота "Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P" був розроблений з дотриманням системного підходу та врахуванням всіх ключових аспектів, що забезпечують успішну реалізацію. Основною метою було створення компактною та ефективною системи для точних вимірювань пульсу та артеріального тиску, що вдалося досягти завдяки ретельно спланованим етапам проекту.

Розробка почалася з апаратної частини, де було створено електронну схему та інтегровано датчики пульсу та тиску. Вибір компонентів, таких як мікроконтролер Arduino UNO, датчики Pulse Sensor і HX710B, LCD-дисплей 1602A та електронний мікрофон MAX4466, дозволив забезпечити високу точність та надійність вимірювань. Використання сучасних технологій та оптимальних рішень стало ключовим фактором для досягнення високої точності та зручності вимірювань.

Наступним кроком була програмна реалізація системи. Було розроблено програмне забезпечення для зчитування, обробки та аналізу даних від датчиків з використанням середовища розробки Arduino IDE. Програмний код був написаний з урахуванням специфіки роботи компонентів, що забезпечило максимальну ефективність та надійність вимірювань.

Після завершення розробки апаратної та програмної частин, прототип системи пройшов випробування для перевірки його правильності та функціональності. Результати тестування підтвердили працездатність та надійність системи в реальних умовах.

Таким чином, на основі проведеного аналізу та випробувань, можна зробити висновок, що розробка мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску проводилася систематично та ефективно. Створена система є надійним та точним інструментом для моніторингу стану здоров'я людини.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Таміл А. Пацієнтно-адаптивна схема профілювання ЕКГ класифікація, 2010. 256 с.
2. Гордан Р., Гватмей Дж. К., Сі Л.-Х. Автономний та ендокринний контроль серцево-судинної функції, 2015. 178 с.
3. Тарвенен Дж., Нісканен П., Ліппонен Дж. А. Кубіос ВРС - аналіз варіабельності серцебиття програмне забезпечення, 2014. 289 с.
4. Донг Дж. Роль варіабельності серцевого ритму в фізіології спорту: Загальний огляд. Експериментальна та терапевтична медицина, 2016. 354 с.
5. Родрігес М. Мобільні рішення для моніторингу серцево-судинного здоров'я: Огляд поточних тенденцій та перспектив. Телемедицина та здоров'я, 2013. 291 с.
6. Кім І. Моніторинг електрокардіограми на основі смартфона: Стан і майбутні перспективи. Датчики, 2018. 233 с.
7. Джонсон С. Адаптивна система класифікації ЕКГ для віддаленого моніторингу серцевого здоров'я. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2019. 367 с.
8. Arduino UNO. URL: <https://arduino.ua/> (дата звернення 10.05.2024)
9. Pulse Sensor. URL: <https://pulsesensor.com/> (дата звернення 10.05.2024)
10. Барометричний модуль датчик тиску 0-40 кПа HX710B. URL: <https://arduino.ua/prod4173-barometrisheskii-modyl-datchik-davleniya-0-40-kpa-hx710b> (дата звернення 10.05.2024)
11. РКІ дисплей 1602А. URL: <https://klmaster.com/ua/catalog/jki-displey-1602a-548/> (дата звернення 10.05.2024)
12. Датчик звуку / модуль мікрофона MAX4466. URL: <https://arduino.ua/prod3952-datchik-zvyka-modyl-mikrofona-max4466> (дата звернення 05.05.2024)
13. Fritizing. URL: <https://fritzing.org/about/> (дата звернення 11.05.2024)

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Pulse Rate (BPM) Monitor using Arduino & Pulse Sensor. URL: <https://how2electronics.com/pulse-rate-bpm-monitor-arduino-pulse-sensor/> (дата звернення 08.05.2024)

15. Arduino Hardware. URL: <https://www.arduino.cc/en/hardware> (дата звернення 07.05.2024)

16. MAX4466 Datasheet. URL: <https://datasheetspdf.com/datasheet/MAX4466.html> (дата звернення 17.05.2024)

17. Geddes M. Arduino Project Handbook: 25 Practical Projects to Get You Started, 2021. 195 p.

18. Kurniawan A. Arduino Programming with .NET and Sketch, 2021. 267 p.

19. Bolor K, Adith J. Beginning Arduino Uno Projects: Master the Basics of Arduino Programming with Practical Projects, 2022. 134 p.

20. Schultz R. Building Your Own Microphone Preamp, 2019. 311 p.

21. Slone R. DIY Audio Electronics from Vacuum Tubes to Transistors, 2020. 153 p.

22. Gabrijelčič P. Pulse Sensor: Arduino Based Projects, 2021. 81 p.

23. Bhargava M. Wearable Electronics: Pulse Sensor Projects with Arduino, 2022. 178 p.

24. Scherz P, Simon M. Practical Electronics for Inventors, 2021. 290 p.

25. Schwartz M. Arduino Sensor Projects, 2022. 65 p.

26. Barrett B, Steven F. Arduino LCD Projects. 2022, 242 p.

27. Igoe T, Chris M. Beginning Arduino: LCDs and LEDs, 2023. 370 p.

28. Boxall J. Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects, 2015. 115 p.

29. Monk S. Make: Action: Movement, Light, and Sound with Arduino and Raspberry Pi, 2016. 250 p.

30. Margolis M. Arduino Cookbook, 2011. 380 p.

31. Schunz O. Practical Electronics for Inventors, 2021. 290 p.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

32. Andrews A. Blood Pressure: Blood Pressure Solution - The Ultimate Guide to Naturally Lowering High Blood Pressure and Reducing Hypertension, 2015. 110 p.
33. Coleman E. Blood Pressure Solution: How to Prevent and Manage High Blood Pressure Using Natural Remedies Without Medication, 2015. 176 p.
34. Thomas O. Blood Pressure: Blood Pressure Solution: The Step-By-Step Guide to Lowering High Blood Pressure the Natural Way in 30 Days!, 2017. 195 p.
35. Goodman A. The New High Blood Pressure Healing Solution: The Revolutionary Program to Prevent, Treat, and Reverse High Blood Pressure Naturally, 2017. 271 p.
36. Sheldon G. Mayo Clinic Guide to Preventing and Treating High Blood Pressure, 2015. 202 p.
37. DeRose D. Thirty Days to Natural Blood Pressure Control: The “No Pressure” Solution, 2016. 288 p.
38. Turner R. Arduino Programming: The Ultimate Beginners Guide to Learn Arduino Programming Step by Step, 2019. 90 p.
39. Kurniawan A. Arduino Programming with .NET and Sketch, 2017. 350 p.
40. Schmidt M. Arduino: A Quick-Start Guide, 2015. 117 p.
41. Geddes M. Arduino Project Handbook: 25 Practical Projects to Get You Started, 2017. 278 p.
42. Ambles K. Arduino Project Laptop: 10 Best Projects For Beginners, 2016. 109 p.
43. Monk S: Action: Movement, Light, and Sound with Arduino and Raspberry Pi, 2016. 223 p.
44. McKinnon J. Arduino Programming for Beginners and Intermediates, 2015. 185 p.
45. Arduino Docs. URL: <https://docs.arduino.cc/learn/> (дата звернення 02.05.2024)
46. Wokwi Arduino UNO Project. URL: <https://wokwi.com/projects/new/arduino-uno> (дата звернення 12.05.2024)

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк. 67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

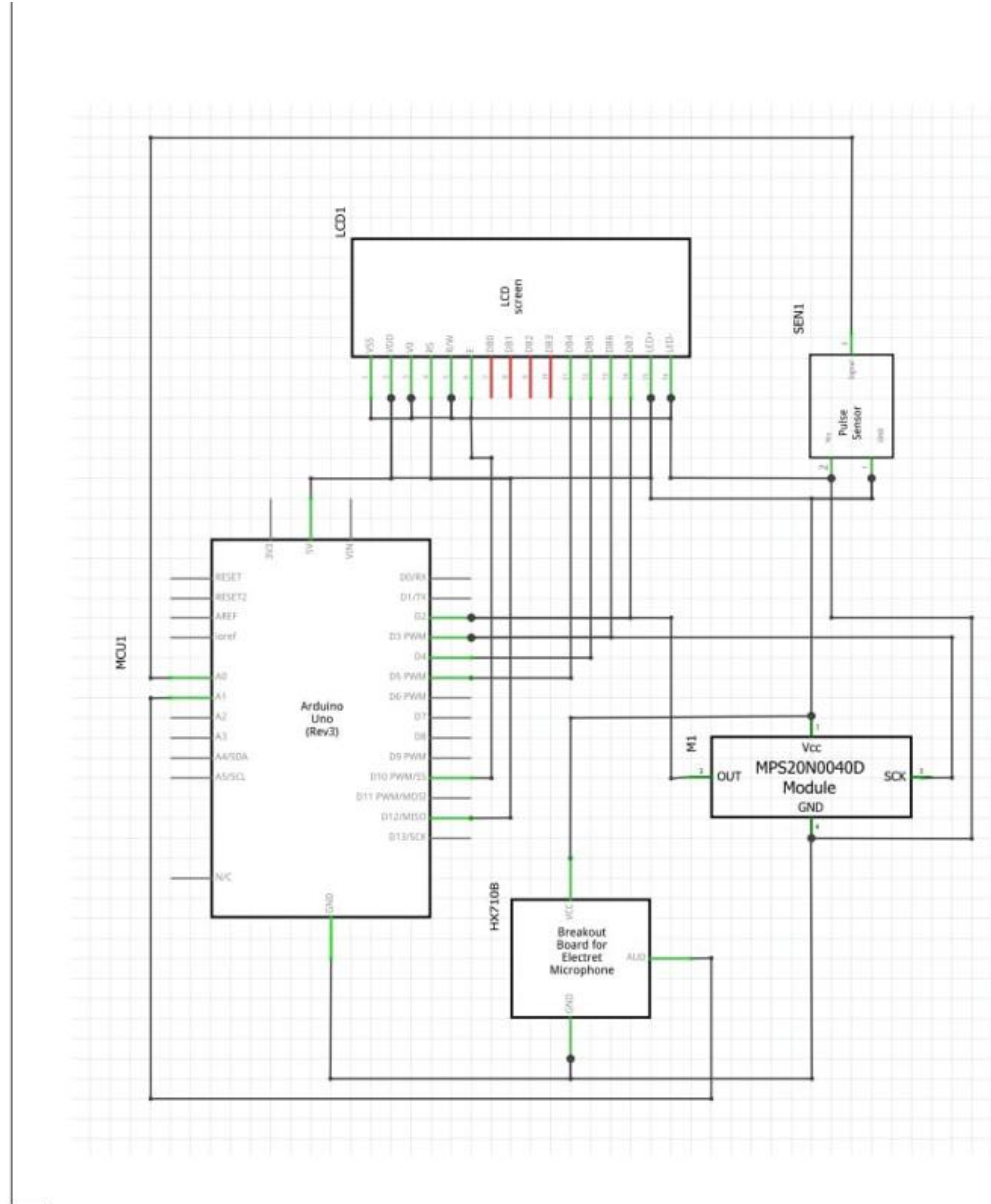
47. Бальзам Г. Застосовані методи перехресної кореляції до Інтерпретації електрокардіограми, 2017. 126 с.
48. Аян-анг С. та Сісон Л. Електрокардіограф Попередня фільтрація, виявлення QRS та відображення в долоні Програмування для біомедичних застосувань, в Праці Конференції ЄЕК, університет св. Тома, Маніла, 2001 р. 325 с.
49. Аріф К. Вбудований аналіз серцевого ритму та бездротова передача (Wi-CARE), MS Дисертація, Школа обчислювальної техніки та програмного забезпечення Інженерія, Південна політехніка Університет, Марієтта, штат Джорджія, США, 2004. 253 с.
50. Малик М., Камм А. Дж. Варіабельність серцевого ритму. Futura Publishing Co. Inc., 1995 р. 147 с.
51. Куценко М.М., Сизоненко І.А., Лобода Ю.В. Електротехніка та електроніка: Підручник для студентів технічних вузів, 2012. 282 с.
52. Корнієнко В.С., Левицький А.С. Основи електротехніки та електроніки, 2017. 356 с.
53. Орлов С.В. Електричні машини та трансформатори, 2013. 145 с.
54. Кондратенко Л.О. Основи теорії електричних кіл, 2015. 299 с.
55. Чернобай В.М., Коваленко О.М. Електронні пристрої та системи, 2018. 212 с.
56. Власенко Ю.П., Шестопапов В.М. Електронні та мікропроцесорні системи, 2015. 175 с.
57. Сікора М.М., Шайгородський В.В. Силова електроніка та електропривод, 2019. 190 с.
58. Кулик В.О., Тарасенко О.В. Основи електроніки, 2016. 134 с.
59. Кухтенко О.М., Кузнецова І.О. Цифрова схемотехніка та мікропроцесори, 2014. 158 с.
60. Охрімівський А.І., Рудик Л.М. Електроніка: Навчальний посібник, 2011. 207 с.

					КВРКІ. 101059.21.01.09 ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Додаток А

(обов'язковий)

Копія креслення «Електрично-принципової схеми мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P»

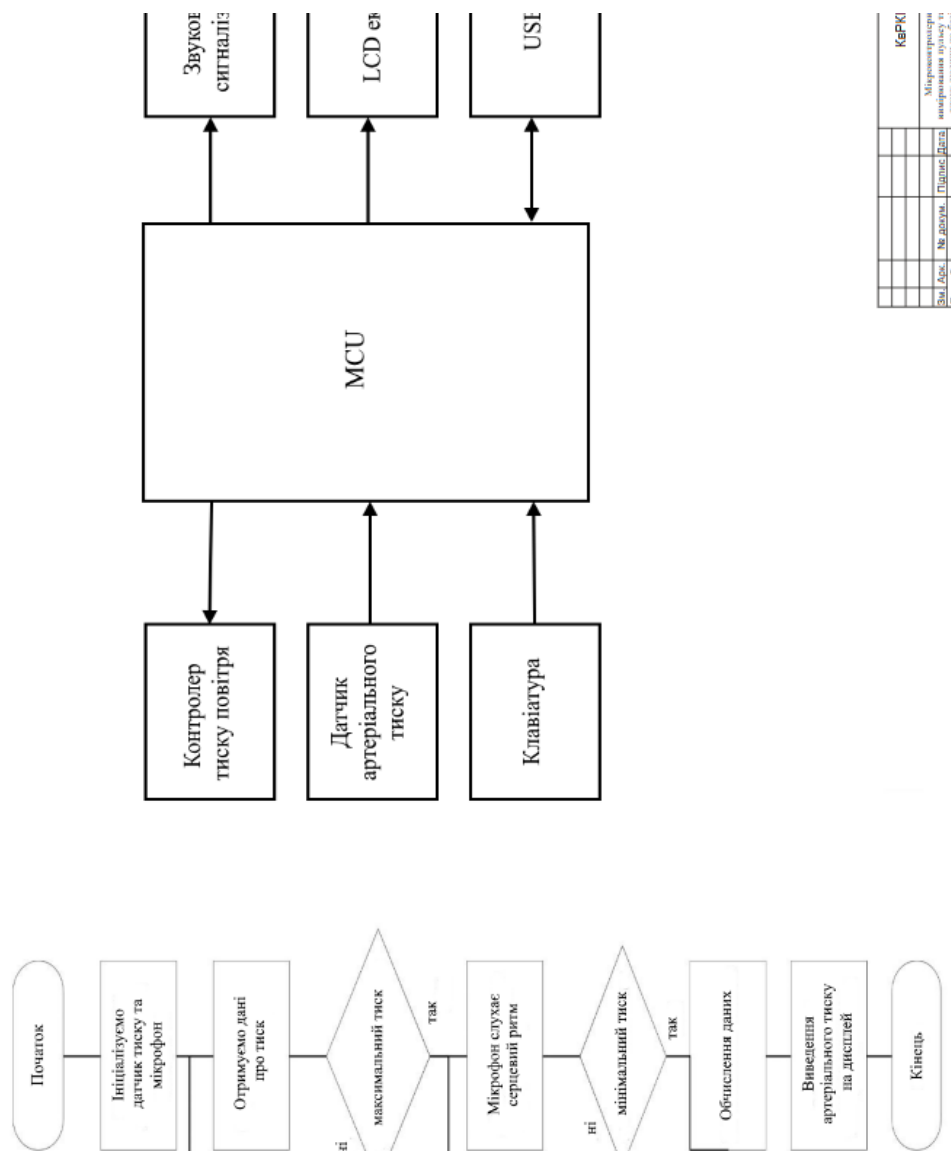


## Додаток Б

(обов'язковий)

Копія креслення «Логічна схема алгоритму та структурна схема мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P»

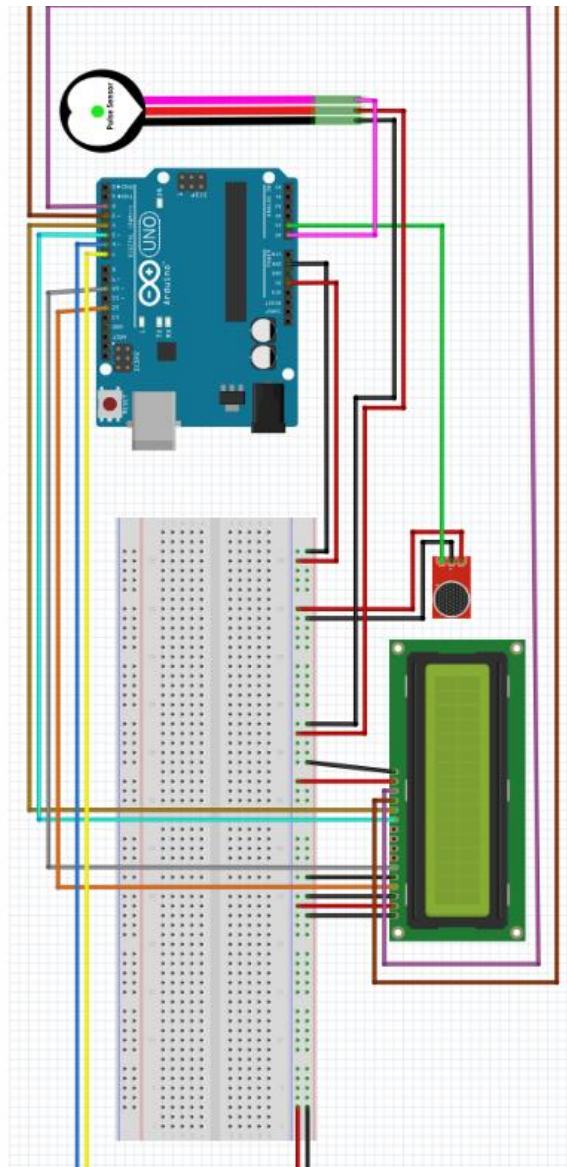
КЕРКІ	
Зна. Лист	Не об'єкт
Розроб.	Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P
Н. волге	Електрично-принципової
Т. волге	Зображення LCD



**Додаток В**  
(обов'язковий)

Копія креслення «Функціональна схема мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P»

КВРКІ	
Мікроконтролер	Atmega 328P
Мікрофон	MP34
Датчик тиску	MPX15DP
Дисплей	16x2
Клавіатура	12 кнопок
Гучномовник	12В
Питання	
Відповідь	
Т. автор	Зварич І.О.
Знак	Розроблено



Додаток Г

Код програми:

```
#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS true
#define HEARTPULSE_PIN_SIG      A0
#define SCK_PIN 6
#define DOUT_PIN 7

#include <PulseSensorPlayground.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "Arduino.h"
#include "pulse-sensor-arduino.h"
```

Кейф			
Зна. Асс.	№ докум.	Підпис	Дата
	Розроб.		
	Перевір.		
	Т. Особ.		
	Т. Звіт.	Закоричені СЗ	
	Заб.	Генератори СЗ	

```

#include "HX711.h"

PulseSensor heartpulse;

const int timeout = 10000;    //define timeout of 10 sec
char menuOption = 0;
long time0;
const int sampleWindow = 50; //50 мс = 20 Hz
int const AMP_PIN = A1;
unsigned int sample;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2
line display
// Constants
const int PULSE_SENSOR_PIN = 2; //Аналоговий вивід, куди підключений
PulseSensor
const int LED_PIN = 13;      //LED PIN
const int THRESHOLD = 550;   //Поріг виявлення пульсу
// Створення об'єкту PulseSensorPlayground
PulseSensorPlayground pulseSensor;
HX711 scale;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  // Initialize Serial Monitor
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  //Конфігурування PulseSensor

```

```

pulseSensor.analogInput(PULSE_SENSOR_PIN);
pulseSensor.blinkOnPulse(LED_PIN);
pulseSensor.setThreshold(THRESHOLD);
//Перевірка ініціалізації Pulse Sensor
if (pulseSensor.begin())
{
  Serial.println("PulseSensor object created successfully!");
}
Serial.begin(9600);
scale.begin(DOUT_PIN, SCK_PIN);
scale.set_scale(); // Коефіцієнт масштабування
scale.tare(); // Встановлює нульову точку
Serial.begin(9600);
  while (!Serial) ;
//очікування підключення послідовного порту
  Serial.println("start");
  heartpulse.begin(HEARTPULSE_PIN_SIG);
  menuOption = menu();
}

void loop()
{
  unsigned long startMillis = millis();
  unsigned int peakToPeak = 0;
  unsigned int signalMax = 0;
  unsigned int signalMin = 1024;
  //Збір інформації протягом 50 мс
  while (millis() - startMillis < sampleWindow)
  {

```

```

sample = analogRead(AMP_PIN);
if (sample < 1024) // відбір вірних даних
{
  if (sample > signalMax)
  {
    signalMax = sample; // збереження лише максимального рівня
  }
  else if (sample < signalMin)
  {
    signalMin = sample; // збереження лише мінімального рівня
  }
}
peakToPeak = signalMax - signalMin; // Амлітуда коливання
Serial.println(peakToPeak);
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Heart Rate");
//Отримання поточнох кількості ударів в хвилину (BPM)
int currentBPM = pulseSensor.getBeatsPerMinute();
// Перевірка виявлення пульсу
if (pulseSensor.sawStartOfBeat())
{
  Serial.println("♥ A HeartBeat Happened!");
  Serial.print("BPM: ");
  Serial.println(currentBPM);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("BPM: ");
  lcd.print(currentBPM);
}

```

```

}
// Додавання маленької паузи для зменшення навантаження мікроконтролера
delay(20);
// Зчитуємо значення тиску
float pressure = scale.get_units(10); // Середнє значення з 10 зчитувань
Serial.print("Pressure: ");
Serial.println(pressure);
// Додавання маленької паузи для зменшення навантаження мікроконтролера
delay(500);

if(menuOption == '1')
{
  int heartpulseBPM = heartpulse.BPM;
  Serial.println(heartpulseBPM);
  if (heartpulse.QS == true) {
    Serial.println("PULSE");
    heartpulse.QS = false;
  }
}
if (millis() - time0 > timeout)
{
  menuOption = menu();
}
}
char menu()
{
  Serial.println(F("\nWhich component would you like to test?"));
  Serial.println(F("(1) Heart Rate Pulse Sensor"));
  Serial.println(F("(menu) send anything else or press on board reset button\n"));
}

```

```
while (!Serial.available());
while (Serial.available())
{
  char c = Serial.read();
  if (isAlphaNumeric(c))
  {
    if(c == '1')
Serial.println(F("Now Testing Heart Rate Pulse Sensor"));
    else
    {
      Serial.println(F("illegal input!"));
      return 0;
    }
    time0 = millis();
    return c;
  }
}
}
```

Ім'я користувача:  
Кафедра КІ

Дата перевірки:  
13.06.2024 02:05:16 EEST

Дата звіту:  
13.06.2024 06:20:11 EEST

ID перевірки:  
1016351821

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

ID користувача:  
100005591

Назва документа: Недял\_Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на...  
Кількість сторінок: 67 Кількість слів: 9815 Кількість символів: 79122 Розмір файлу: 1.93 MB ID файлу: 1016155643

## 7.15% Схожість

Найбільша схожість: 2.3% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1016155641)

5.54% Джерела з Інтернету 391 ..... Сторінка 69

3.91% Джерела з Бібліотеки 148 ..... Сторінка 71

## 0.34% Цитат

Цитати 3 ..... Сторінка 72

Не знайдено жодних посилань

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 1

### Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 2.0%

Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилки в документах: 11%

ID	Опис	Документ		Сумарний віг по Базі Даних	
		Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
		ID: 129956 Назва: БІР Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P Додано в БД: 2024-06-12 Автор: Д. А. Нещад Керувачки: В. М. Гринга Консультанти: Опоненти:		64788	585
Джерело плагіату		Наявність плагіату в документі			
		Символи	Лексеми	Символи	Лексеми

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ  
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P

Автор: Недял Дмитро Анатолійович

Спеціальність: 123– Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Грига Володимир Михайлович, д.т.н, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

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

- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) більшість запозичень яких є джерела з інтернету, кількість запозичень з яких становить 5,54%;
- 4) запозичення з друкованих ресурсів, та ресурсів з бібліотеки становить 3,91%.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 7.15% і адресується до 539 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи  
В. М. Грига

Гарант ОП  
С.М. Лисенко

Завідувач кафедри КПС  
Т. О. Говорущенко

## РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Недял Дмитро Анатолійович

Тема: Мікроконтролерна система вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень  3  Кількість сторінок записки  64

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є вивчення, розробка та дослідження мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі кваліфікаційної роботи проведено огляд предметної області щодо розроблення надійної та ефективної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини, яка забезпечить високий рівень безпеки та зручності використання, а також проведено аналіз методів вимірювання пульсу та артеріального тиску людини, а саме аускультативний, осцилографічний і безконтактний методи, а також методи з реєстрацією на різних рівнях тіла, виконано постановку задачі дослідження. В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено процес вибору компонентів та інструментів для мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску

людини на базі Atmega 328P, спроектовано структурну та функціональну схеми. Також, було обрано середовище програмування Arduino IDE. В третьому розділі кваліфікаційної роботи виконано процес розроблення програмно-апаратної реалізації та тестування мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини, розроблено електрично-принципову схему мікроконтролерної системи вимірювання пульсу та артеріального тиску людини на базі Atmega 328P.

4. Позитивною стороною роботи є висока точність. Система дозволяє точно ідентифікувати коливання стінок артерії завдяки чутливим давачам, високій швидкості вимірювання і складному алгоритму обробки сигналу .

5. Негативні сторони роботи: Складність інтеграції: Незважаючи на те, що мікроконтролери є відносно доступними, інтеграція системи в існуючу інфраструктуру може бути складною і вимагати додаткових ресурсів та часу, що може ускладнити впровадження для організацій з обмеженими технічними можливостями.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: \_\_\_\_\_

9. Оцінка дипломної роботи: задовільно

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

Теодорос Леонід Петрович, зав. каф. 183  
ХКУ

"12" 06 2024 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КІС  
д-р.техн.наук, проф.  
Говорущенко Т. О.

Недяла Дмитра Анатолійовича  
ІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи КІ2с-21-1

### ЗАЯВА

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

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

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

7 червня 2024 року

