

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес-трекера

Виконав: студент IV курсу, групи СІс-42  
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

Федорчук О.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Тиш Є.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Луцик Н.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Осухівська Г.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Литвиненко Я.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Федорчуку Олегу Васильовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес-трекера

Керівник роботи Тиш Євгенія Володимирівна, к.т.н., доцент

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

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Типи сенсорів для вимірювання показників пульсу, особливості використання фітнес-трекерів, характеристики Raspberry PI Pico

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

Вступ. 1. Аналіз характеристик та вимог до системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера.

2. Проектування комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера

3. Розробка та налаштування програмного забезпечення комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки

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

1. Схема розташування контактів та принцип роботи MAX3010.

2. Схема підключення компонентів системи.

3. Архітектура комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера.

4. Алгоритм роботи комп'ютерної системи.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Розробка і затвердження технічного завдання</i>	<i>01.02-09.02.2024</i>	
2.	<i>Аналіз технічного завдання</i>	<i>05.02-11.02.2024</i>	
3.	<i>Аналіз характеристик та вимог до системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера</i>	<i>25.04-03.05.2024</i>	
4.	<i>Проектування комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера</i>	<i>05.05-20.05.2024</i>	
5.	<i>Розробка та налаштування програмного забезпечення комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера</i>	<i>20.05-31.05.2024</i>	
6.	<i>Розробка інструкцій щодо використання комп'ютерної системи збору та аналізу даних</i>	<i>03.06-09.06.2024</i>	
7.	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>10.06-15.06.2024</i>	
8.	<i>Оформлення кваліфікаційної роботи</i>	<i>16.06-20.06.2024</i>	
9.	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>14.06.2024</i>	
10.	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>24.06-28.06.2024</i>	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Федорчук Олег Васильович*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Тиш Євгенія Володимирівна*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес-трекера // Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр // Федорчук Олег Васильович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІс-42// Тернопіль, 2024 // с.– 74 , рис. – 43 , табл. – 6, аркушів А1 – 4, бібліогр. – 20.

Ключові слова: система, збір, аналіз, дані, фітнес-трекер.

У кваліфікаційній роботі досліджено особливості сучасних систем визначення показників фізичної активності людини, що реалізовані у вигляді носимих пристроїв – фітнес-трекерів. Встановлено їхні переваги і недоліки та запропоновано реалізацію комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекерів, яка забезпечує можливість вимірювання таких показників фізичної активності користувача як частота серцевого ритму (пульс) та рівень насичення киснем крові. Окрім вимірюваних показників, враховуються особливості поточної фізичної форми користувача, зокрема, вік, стать, маса, величина окружності талії та ряд інших.

Комплексно система на основі прямих метрик може розраховувати непрямі показники фізичного стану організму людини і на основі цих даних дає змогу підбирати оптимальні фізичні вправи для досягнення цільового навантаження.

Апаратна складова комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера складається з мікроконтролера Raspberry Pi Pico W, який на відміну від інших такого класу мікроконтролерів має вбудований модуль WiFi та Bluetooth, а також сенсора MAX3010, який дає змогу одночасно вимірювати частоту серцевих скорочень та рівень насичення крові киснем.

## ABSTRACT

Computer system for collecting and analyzing data from the fitness tracker//Bachelor's thesis // Fedorchuk Oleh// Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CIs-42// Ternopil, 2024 // p.– 74 , fig. – 43 , tab. – 6, posters A1 – 4, ref. – 20.

Keywords: system, gathering, analysis, data, fitness tracker.

In the qualification work, the features of modern systems for determining the indicators of human physical activity, which are implemented in the form of wearable devices - fitness trackers, are investigated. Their advantages and disadvantages are established and the implementation of a computer system for collecting and analyzing data from fitness trackers is proposed, which provides the possibility of measuring such indicators of the user's physical activity as heart rate (pulse) and blood oxygen saturation level.

In addition to measured indicators, features of the user's current physical form are taken into account, in particular, age, gender, weight, waist circumference and a number of others. In a comprehensive manner, the system based on direct metrics can calculate indirect indicators of the physical state of the human body and, based on these data, allows you to select the optimal physical exercises to achieve the target load.

The hardware component of the computer system for collecting and analyzing data from the fitness tracker consists of a Raspberry PI Pico W microcontroller, which, unlike other microcontrollers of this class, has a built-in WiFi and Bluetooth module, as well as a MAX3010 sensor, which allows you to simultaneously measure heart rate and blood oxygen saturation level.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ВИМОГ ДО СИСТЕМ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ З ФІТНЕС-ТРЕКЕРА.....	9
1.1 Аналіз вимог щодо реалізації комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера .....	9
1.2 Аналіз типів фітнес-трекерів та їх характеристик .....	12
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ З ФІТНЕС-ТРЕКЕРА.....	19
2.1 Параметри та аналіз існуючих фітнес-трекерів на основі IoT.....	19
2.2 Проектування структури системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера.. .....	21
2.3 Аналіз можливостей та характеристик Raspberry PI Pico W .....	26
2.4 Аналіз особливостей MAX3010 .....	30
2.5 Аналіз функціональності OLED – дисплею .....	34
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА НАЛАШТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ ФІТНЕС-ТРЕКЕРА .....	37
3.1 Налаштування програмного забезпечення Raspberry PI Pico W .....	37
3.2 Налаштування доступу до мережі на основі WiFi .....	41
3.3 Реалізація програмного забезпечення системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера .....	46
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.	55

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Федорчук О.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Тиш Є.В.				6	
Реценз.					<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42</i>		
Н. Контр.		Луцик Н.С.					
Затверд.		Осухівська Г.М.					

*Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес-трекера*

4.1	Діяльність людини та її вплив на довкілля.....	55
4.2	Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо його зниженню до допустимих величин.....	57
	ВИСНОВКИ .....	61
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
	Додаток А Технічне завдання	

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Інформатизація та впровадження комп'ютерних систем різного ступеня інтегрованості у сучасному світі набула неабияких масштабів і дозволяє значно скоротити ручну працю як простих робітників, так і адміністрації підприємств. При цьому спостерігається підвищення продуктивності та ефективності бізнес-процесів. Хоча впровадження комп'ютерних технологій сприяє зростанню економіки та доходу людей, проте за рахунок автоматизації технологічних процесів відбувається значний спад фізичної активності. Це негативно позначається на здоров'ї працівників і провокує різні хвороби, пов'язані з гіподинамією.

Враховуючи такі аспекти і фактори впливу на життя як світова пандемія COVID-19, яка тривала протягом трьох років, віддалена робота, яка вимагає постійного перебування за комп'ютером, розвиненість логістичних компаній з доставки продуктів і товарів різного призначення, можна спостерігати негативний вплив як на фізичне, так і на ментальне здоров'я людини. Виходом з цієї ситуацією є заняття фізичною культурою і спортом.

Для забезпечення моніторингу та контролю за показниками організму людини необхідно також впроваджувати системи, які давали б змогу одержувати та аналізувати такі дані, як пульс, частота серцевих скорочень, тиск та інші. На основі таких показників можна розраховувати оптимальне фізичне навантаження для людей, які професійно займаються спортом, а також контролювати час перебування людини в одному положенні і нагадуванні про необхідність фізичного навантаження та руху.

Сьогодні на ринку носимих комп'ютерних систем великою популярністю користуються різноманітні фітнес-трекери, які визначають різні показники стану організму людини. Однак в переважній більшості вони є локальними ізольованими системами, які не дають можливості проводити аналіз впливу навантажень на організм в часі. Тому актуальною задачею є розробка комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-теркера.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8



# РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ВИМОГ ДО СИСТЕМ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ З ФІТНЕС-ТРЕКЕРА

## 1.1 Аналіз вимог щодо реалізації комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера

Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес-трекера призначена для вимірювання показників частоти серцевих скорочень та рівня насичення киснем крові. Перед тим як застосовувати проєктований пристрій користувач повинен також мати можливість вказати стан та фізичну форму у якій він перебуває.

Дані, які вносить користувач повинні зберігатися у вигляді файлу в форматі CSV і містити його ідентифікатор, наприклад у вигляді прізвища, імені та по-батькові, вік, стать, а також рівень фізичної активності.

Фізична активність користувача може описуватися нечіткими висловлюваннями по типу: «низький», «середній» та «високий» рівень фізичних навантажень. Окрім цього, користувач фітнес-трекера повинен вказати:

- величину окружності талії;
- масу тіла;
- частоту серцевих скорочень в стані спокою;
- максимальну частоту, яка була виміряна до застосування фітнес-трекера.

Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес-трекера повинна бути альтернативною сучасним фітнес-трекерам і на відміну від них має забезпечувати гнучкість аналізу даних для досягнення поставлених цілей при виконанні фізичних навантажень.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Федорчук О.В.</i>			<i>Аналіз характеристик та вимог до систем збору та аналізу даних з фітнес-трекера</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>					9	
<i>Реценз.</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

Проектована система також повинна відповідати вимогам до носимих фітнес-трекерів.

Мета розробки комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера полягає в автоматизації, забезпеченні надійності і точності вимірювання показників серцевого ритму та рівня насичення крові киснем для гнучкого вибору та адаптації комплексу фізичних вправ.

Для того, щоб досягти мети роботи потрібно провести ряд досліджень та розв'язати множину задач:

- аналіз характеристик та особливостей застосування різних типів фітнес-трекерів для контролю фізичних навантажень;
- аналіз наявних підходів і методів реалізації комп'ютерних систем у вигляді носимих фітнес-трекерів;
- проектування структури комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера;
- обґрунтування вибору сенсорів для вимірювання частоти серцевих скорочень та рівня насичення киснем крові;
- обґрунтування вибору мікроконтролера для керування сенсорами та можливістю запису даних про показники стану організму людини;
- розробка схеми підключення та налаштування компонентів комп'ютерної системи;
- налаштування програмного забезпечення мікроконтролера на системному рівні та організація доступу до безпроводної мережі;
- написання програмного коду для вимірювання показників фізичної активності при заданому рівні фізичного навантаження.

Об'єкт, який проектується у кваліфікаційній роботі, повинен відповідати сучасним вимогам до реалізації комп'ютерних систем на основі IoT пристроїв. В основі комп'ютерної системи лежить використання мікроконтролера, який є автономним пристроєм, що здатний керувати периферією.

Периферійними пристроями при реалізації комп'ютерної системи збору та аналізу даних виступають сенсор для вимірювання частоти серцевих скорочень

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						10
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

та сенсор для визначення рівня насичення крові киснем. Це можуть бути як окремі пристрої, так і інтегровані між собою сенсори у вигляді єдиного пристрою.

Мікроконтролер повинен забезпечувати можливість локального зберігання даних та передачі їх у сховище, яке розміщується у хмарному сервісі. Тому необхідною умовою при виборі мікроконтролера є наявність інтерфейсу для безпроводної передачі даних, наприклад, WiFi або Bluetooth.

Користувачу повинна бути забезпечена можливість внесення особистих даних та інформації щодо його фізичної активності з подальшим збереження у вигляді CSV-файлу на мікроконтролері.

Заняття фізичною культурою повинні відбуватися із фітнес-трекером, а по їх завершенні інформація, одержана із сенсорів, дописуються у кінець файлу, який відповідає прізвищу чи імені користувача. Якщо користувач вперше застосовує фітнес-трекер при занятті спортом, то дані будуть внесені після створення відповідного файлу і вказання особистої інформації.

Окрім цього, мікроконтролер повинен забезпечувати розрахунок інших показників фізичної форми на основі існуючих даних і прогнозувати у часі тренди щодо досягнення поставлених користувачем цілей.

Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес-трекера повинна забезпечувати виконання наступних функцій на апаратному рівні:

- можливість фізичного підключення зовнішніх пристроїв до мікроконтролера;
- можливість зчитувати та опрацьовувати дані із сенсора частоти серцевих скорочень;
- можливість фіксувати значення рівня кисню в крові;
- здатність забезпечувати та підтримувати постійний зв'язок з безпроводною мережею;
- можливість забезпечення мікроконтролера автономним носимим джерелом живлення.

Програмний рівень комп'ютерної системи повинен забезпечувати:

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>11</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- можливість створення та зберігання файлів у форматі CSV;
- надання можливості користувачеві вносити дані;
- можливість ініціалізації та забезпечення сумісності із зовнішніми пристроями;
- можливість програмного зчитування та передачі даних від периферійних пристроїв до мікроконтролера;
- здатність фіксувати покази серцевого ритму та кисню в крові;
- можливість асинхронного запису та відображення даних на дисплеї фітнес-трекера;
- можливість авторизованого доступу до існуючої WiFi- мережі;
- можливість вимірювати температуру навколишнього середовища;
- здатність візуалізувати дані в процесі аналізу зібраної інформації щодо фізичних навантажень та відповідних показників стану організму.

До складу комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера входить мікроконтролер управління та датчики частоти серцевого ритму (пульсу) та рівня насичення крові киснем. Фізичний спосіб підключення такого сенсора до контролера передбачає з'єднання відповідних контактів за допомогою провідників. Протокол і шина, яка використовується при взаємодії цих двох пристроїв, передбачає застосування послідовного інтерфейсу.

Мікроконтролер повинен бути також оснащений модулем, який забезпечував би підтримку безпроводної передачі даних. Це може бути як WiFi, так і Bluetooth модулі, що підтримують відповідні стандарти.

## 1.2 Аналіз типів фітнес-трекерів та їх характеристик

Фітнес-трекери – це електронні пристрої, що можна носити при собі, відстежуючи при цьому різні параметри фізичного навантаження та фізичної активності. Показниками фізичної активності, зазвичай, виступають показник кількості зроблених кроків, розрахунок використаних калорій і подоланої

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

відстані. Такі трекери часто містять датчики, які вимірюють рух і активність, а також програмне забезпечення, яке забезпечує зворотний зв'язок і аналіз зібраних даних. Їх можна носити на зап'ясті або на інших частинах тіла. Фітнес-трекери можуть мати різний дизайн, починаючи від базових ремінців до розумних годинників.

Носимі фітнес-трекери мають багато переваг, які можуть допомогти покращити загальний фізичний стан організму та здоров'я загалом. Вони надають зручний спосіб моніторингу фізичної активності і стеження за прогресом у досягненні цілей, наприклад пройденої відстані і використаних при цьому калорій. Вони також дозволяють аналізувати режими і якість сну, а також можуть застосовуватися при вимірюванні пульсу чи інших біометричних даних.

Крім того, багато портативних фітнес-трекерів оснащені додатковими пристроями, які забезпечують можливість визначення геолокації, тобто відстеження за GPS координатами. Це робить їх незмінними пристроями при активному відпочинку на природі, наприклад, бігу чи їзді на велосипеді. Їх також можна підключити до смартфонів, щоб отримувати сповіщення, керувати музикою тощо.

Багато фітнес-трекерів постачаються з додатком, який дозволяє формувати цілі, відстежувати прогрес і спостерігати тенденції у часі. Це допомагає мотивувати та заохочувати залишатися активними.

Базові трекери – це найпростіший тип носимих фітнес-трекерів, які зазвичай, мають просту конструкцію та обмежені функції. Вони орієнтовані на вимірювання відстані за рахунок підрахунку кількості зроблених кроків. Доволі часто вони мають простий світлодіодний дисплей, який показує поточний час, кількість кроків та використаних калорій. Це є найдоступніший варіант, який ідеально підходить для тих, хто лише починає стежити за фізичним станом і не потребує додаткових функцій. На рис. 1.1 показано приклад найпростіший фітнес-трекер для вимірювання кількості кроків.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13



Рисунок 1.1 – Приклад звичайного фітнес-трекера

Розумні годинники – це носимі фітнес-трекери, які мають розширені функції та можливості, у порівнянні із звичайними трекерами. У них наявний кольоровий сенсорний дисплей і вони можуть підключатися до смартфонів, щоб отримувати сповіщення, керувати музикою тощо. У розумних годинниках реалізовано багато тих самих функцій моніторингу за фізичною активністю, що й у звичайних трекерах. Однак вони володіють і додатковими функціями, зокрема, наявністю GPS, моніторингом серцевого ритму та сну.

Смарт годинники ідеально підходять для людей, які хочуть підтримувати свою фізичну форму, а також постійно залишатися на зв'язку та мати доступ до інших функцій. На рис. 1.2 показано типовий смарт-годинник.



Рисунок 1.2 – Типовий розумний годинник

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

GPS-трекери – це портативні фітнес-трекери, які мають вбудований GPS-чіп. Вони ідеально підходять для людей, які займаються активним відпочинком на свіжому повітрі, наприклад бігом або їздою на велосипеді, оскільки можуть відстежувати маршрут, відстань і швидкість руху. GPS-трекери часто мають додаткові функції, такі як моніторинг серцевого ритму, відстеження сну та активності. Як правило, вони дорожчі за інші типи портативних фітнес-трекерів. На рис. 1.3 показано зовнішній вигляд GPS фітнес-трекера.



Рисунок 1.3 – GPS фітнес-трекер

Монітори серцевого ритму – це портативні фітнес-трекери, які зосереджені на моніторингу пульсу. Вони ідеально підходять для людей, які тренуються до певної події, або для людей, які хочуть контролювати свій пульс під час таких занять, як їзда на велосипеді чи біг. Монітори серцевого ритму часто мають додаткові функції, такі як відстеження GPS, відстеження сну та відстеження активності. Зазвичай, вони дорожчі, ніж інші типи портативних фітнес-трекерів. Фітнес-трекер монітор серцевого ритму виконаний у вигляді браслета проілюстровано на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 – Фітнес-трекер монітор серцевого ритму

Обираючи тип фітнес-трекера, який можна носити, важливо враховувати тип занять, для яких він буде застосовуватися, бюджет і кількість необхідних додаткових функцій.

Одна з основних функцій портативних фітнес-трекерів – відстеження активності. Ця функція дозволяє відстежувати пройдені кроки, пройдену відстань і спалені калорії. Він також може надати уявлення про загальний рівень активності та допомогти встановити і досягти фітнес-цілі.

Ще одна популярна функція портативних фітнес-трекерів – відстеження сну. Ця функція дозволяє відстежувати режим і якість сну, що може допомогти зрозуміти, наскільки добре спить людина, і визначити будь-які проблеми, які можуть впливати на сон. Деякі пристрої також включають такі функції, як відстеження етапів сну, що забезпечує надання більш детального аналізу моделей сну.

Моніторинг серцевого ритму або по-іншому частоти серцевих скорочень – ще одна важлива функція портативних фітнес-трекерів. Ця функція дозволяє контролювати частоту серцевих скорочень під час фізичної активності, що може допомогти зрозуміти рівень навантаження та оптимізувати тренування. Деякі пристрої також включають безперервний моніторинг частоти серцевих скорочень, який може надати інформацію про пульс у спокої та загальний стан серцево-судинної системи.



GPS-відстеження – це функція, яка дозволяє відстежувати місцезнаходження та маршрут під час активного відпочинку на природі, наприклад бігу чи їзди на велосипеді. Ця функція може бути особливо корисною для людей, які хочуть відстежувати свій прогрес і контролювати свою ефективність під час активного відпочинку.

Багато портативних фітнес-трекерів також включають такі функції підключення, як Bluetooth і Wi-Fi, які дозволяють підключати пристрій до смартфона та отримувати сповіщення, керувати програмами тощо. Деякі пристрої також мають можливість підключатися до інших пристроїв і додатків, як-от додатків для фітнесу, що може надати додаткову статистику та аналіз фізичної діяльності.

Термін служби батареї – ще одна важлива характеристика, яку слід враховувати при виборі портативного фітнес-трекера. Пристрій, час автономної роботи якого становить цілий день є найбільш оптимальним.

Обираючи носимий фітнес-трекер, важливо враховувати, які функції для людини є найважливішими для задоволення потреб і відповідного стилю життя.

Перший крок у виборі правильного фітнес-трекера, який можна носити – це врахування фітнес-цілі:

- необхідність відстежувати кількість кроків і спалених калорій чи тренування для певної події;
- потреба у стеженні за пульсом або режимом сну.

Наступний крок – врахування способу життя:

- пристрій, який можна носити цілий день, або такий, який можна носити лише під час певної діяльності;
- пристрій із кольоровим сенсорним дисплеєм чи простим LED-дисплеєм;
- пристрій, який може отримувати сповіщення, керувати програмами;

Бюджет є важливим фактором при виборі носимого фітнес-трекера. Існує широкий вибір варіантів за різними цінами. Звичайні трекери часто є

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						17
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

найдоступнішим варіантом, тоді як GPS-трекери та монітори серцевого ритму можуть бути дорожчими.

Одним із найважливіших аспектів догляду за фітнес-трекером, який можна носити, є переконатися, що він заряджений і готовий до використання. Більшість пристроїв мають час автономної роботи приблизно один день, тому важливо заряджати їх щовечора, щоб переконатися, що вони готові до використання наступного дня. Також важливо стежити за рівнем заряду батареї протягом дня та заряджати її за потреби.

Щоб підтримувати портативний фітнес-трекер у хорошому робочому стані, важливо регулярно його чистити. Більшість пристроїв можна чистити м'якою тканиною з м'яким милом і водою. Уникати використання абразивних матеріалів або хімікатів під час чищення пристрою. Також важливо тримати пристрій сухим, оскільки вода може пошкодити пристрій або спричинити його несправність.

Ще один важливий аспект догляду за фітнес-трекером, який можна носити – це оновлення програмного забезпечення. Оновлення програмного забезпечення може виправляти помилки, покращувати продуктивність і додавати нові функції. Більшість пристроїв сповіщають про доступні оновлення, проте також можна самостійно перевірити їх наявність вручну, перейшовши в меню налаштувань свого пристрою.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						18
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ З ФІТНЕС-ТРЕКЕРА

### 2.1 Параметри та аналіз існуючих фітнес-трекерів на основі IoT

Регулярні фізичні вправи позитивно впливають на рівень стресостійкості людей і перешкоджають підвищеному рівню тривоги. Так, науково обґрунтовано, що регулярні заняття фізичною культурою протягом сорока хвилин сприяють значному балансу серотоніну в мозку [1].

Завдяки розвитку технологій з'явилися переносні пристрої для моніторингу фізичного стану організму. Носимі фітнес-трекери можуть бути реалізовані у вигляді комп'ютерних систем різного типу, наприклад, фітнес-браслети, розумні годинники та смартфони. Ці системи моніторингу стану здоров'я є доступними компактними аксесуарами для особистого аналізу власного здоров'я. Вони широко використовуються для відстеження артеріального тиску, частоти дихання, температури тіла, концентрації оксигемоглобіну та кількості спалених калорій за добу [2].

Сучасні технології полегшують виготовлення таких систем перевірки здоров'я на компактних і гнучких матеріалах. Оптоелектронні датчики представляють собою легкі еластичні і полімерні підкладки, які легко кріпляться до шкіри людини і дозволяють безперебійно відстежувати стан здоров'я [3].

Комерційно доступні fit-bands – це водонепроникні аксесуари для зап'ястя, які можна носити цілий день, щоб визначити режим сну та параметри сну. Це недорога біомедична розробка для полісомнографії. Хоча його ефективність не є незрівнянною зі стандартним клінічним апаратом, його в основному купують, щоб мати елементарні знання про своє здоров'я [4].

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Федорчук О.В.</i>			<i>Проектування комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>					19	
<i>Реценз.</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

Частота серцевих скорочень є важливим критерієм для визначення працездатності. Датчик пульсу можна поєднувати наприклад з мікроконтролером Arduino Uno для визначення рівня серцебиття. Також можна підключати модуль Wi-Fi до контролера Uno, що забезпечить надсилання даних у хмару для аналізу вікових критеріїв частоти серцевих скорочень чоловіків і жінок.

Є готові рішення у вигляді окремих програм для Android, які дають змогу постійно моніторити дані серцебиття. В основі таких розробок лежить математичний апарат опрацювання сигналів, що реалізує алгоритм швидкого перетворення Фур'є. Даний алгоритм є ефективним способом визначення імпульсних сигналів [5].

Як реалізація Інтернету речей, мікроконтролер Arduino створений для зв'язку з Raspberry Pi для виявлення аномалій здоров'я на основі електричної активності, ритму, серцебиття та температури тіла.

У разі виявлення будь-яких небажаних факторів про стан здоров'я система негайно надсилає звіт про це до лікарні у випадку наявності централізованої системи моніторингу за пацієнтами. Дані, які передаються до центрального вузла керування системою моніторингу передбачає надсилання інформації про показники здоров'я, місцезнаходження людини разом із фотографіями. За це відповідає модуль глобальної системи позиціонування [6].

Raspberry Pi Pico – це двоядерний мікроконтролер із 12-розрядним АЦП і лічильником реального часу. З чіпом RP2040 він працює при напрузі 3,3 В і підтримує Micro Python. Обчислення, які виконуються за допомогою Raspberry Pi Pico швидше опрацьовуються у порівнянні з мікроконтролером Arduino Uno. Його Phase Controlled Loop дозволяє змінювати частоту ядра до визначених рівнів відповідно до вимог програми. Raspberry Pi Pico є новою платою макетування, яку можна ефективно використовувати в різних дослідженнях і розробках [7].

Модуль MAX30100 – це часто використовувана реалізація фотоплетизмографії. Даний пристрій дозволяє вимірювати частоту серцевих скорочень разом із пульсоксиметрією. Живлення цього модуля забезпечується

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доволі просто, оскільки він працює при напрузі 1,8 В і 3,3 В. Завдяки низькій обробці аналогового сигналу, це компактний малопотужний оксиметричний модуль. Цей модуль поєднується з чіпом BLE для бездротової передачі даних через Bluetooth на смартфон зі швидкістю 100 вибірок на секунду [8].

Точність датчика MAX30100 для частоти пульсу становить 97,11%. Для насичення киснем він має високий рівень точності до 98,84%. Він надійний для виявлення аномалій дихання. Це один із неінвазивних методів визначення насичення крові киснем [9,10].

Поєднання мікроконтролера NodeMCU та модуля оксиметра MAX30100 спрощує безперебійний збір даних про рівень насичення киснем у пацієнтів з COVID. Додавши резервне живлення, налаштування стає автономним монітором працездатності, який відображає дані на екрані та паралельно надсилає їх на сервер. До цих даних можна отримати доступ будь-де та будь-коли за допомогою доступу до сервера.

Значення, зібрані за допомогою модуля оксиметра, мають тенденцію бути більш точними порівняно з наявними на ринку системами [11]. Моніторинг фізичної форми у професійному середовищі (спортзал) можна забезпечити шляхом оцінки тренувань, які виконує людина. Оцінювання можна автоматизувати, прикріпивши датчики до обладнання для оцінки обсягу вправ. Неправильна вправа викликає численні ускладнення в організмі.

За допомогою Arduino Nano дані датчиків з обладнання об'єднуються з локальним RFID кожного слухача та запам'ятовуються. При такому підході забезпечується ефективність у процесі фізичної підготовки [12].

## 2.2 Проектування структури системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера

Проектовану систему пропонується змоделювати так, щоб процес збору даних почати з ініціалізації основної інформації про стан здоров'я користувача. Вхідні параметри включають:

- ім'я;

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вік;
- стать;
- зріст;
- вагу;
- окружність талії;
- рівень активності.

Відповідно до вибраного рівня активності система сама калібрується для обчислення вихідних параметрів в одному з трьох режимів, а саме:

- мінімальний;
- помірний;
- максимальний;

Модуль пульсоксиметра МАХ30100 підключений до мікроконтролера для надсилання рівня насичення оксигемоглобіну та частоти серцевих скорочень на чіп RP2040 на платі Pico.

Модуль Мах30100 працює на основі принципу варіації поглинання світла насиченою та деоксигенованою кров'ю в організмі. Крім того, із вхідними значеннями та даними датчика обчислюються параметри:

- максимальна частота серцевих скорочень;
- відносна жирова маса;
- рівень насичення крові киснем;
- резерв частоти серцевих скорочень;
- цільова частота серцевих скорочень;
- поточна частота серцевих скорочень;
- швидкість метаболізму в стані спокою;
- добові витрати енергії.

Параметри відображаються користувачеві за допомогою OLED-дисплея. Крім того, дані записуються на плату мікроконтролера Pico. Це полегшує простий доступ до даних, коли це необхідно. Після тренування проводиться скринінг, щоб перевірити, чи досягнуто цільової частоти серцевих скорочень.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо цільовий пульс не досягнуто, система, використовуючи останні зареєстровані дані, відображає час, що залишився до тренування для досягнення цільового пульсу.

На рис. 2.1 показано структурну схему при організації системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера.

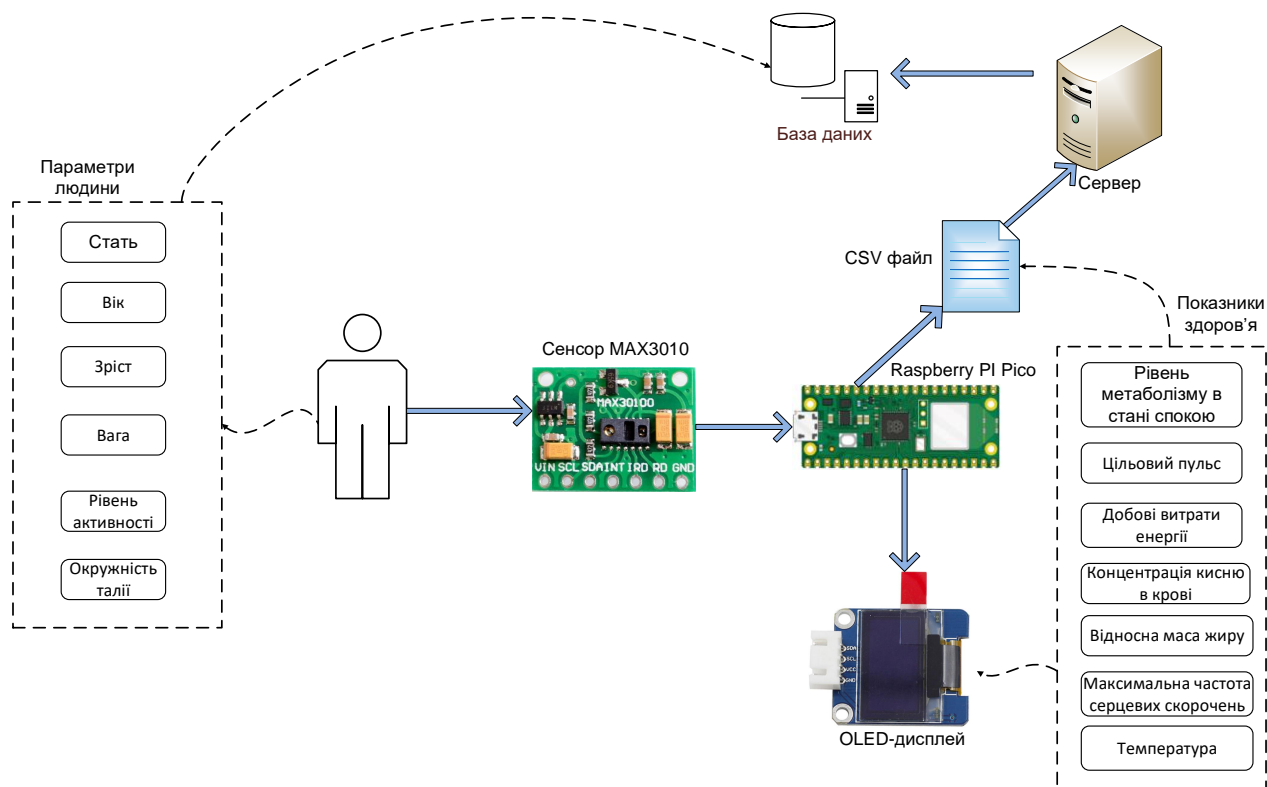


Рисунок 2.1 – Структурна схема організації системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера

Параметр, що описує частоту серцевих скорочень визначається кількістю ударів людського серця щохвилини. Даний показник відіграє одну з найважливіших ролей у визначенні здоров'я людини та допомагає визначити аритмію, тахікардію і брадикардію. Здорове серце має постійну частоту скорочень від 60 до 100 ударів за хвилину. Вік, добовий ритм, фізичні захворювання, психічні захворювання та спосіб життя і місце роботи безпосередньо впливають на частоту перекачування крові серцем [13].

Насичення киснем крові – це відсоток зв'язаного з киснем гемоглобіну, присутнього в крові. Нормальний діапазон насичення киснем становить від 95

до 99 відсотків. Загальноприйнятим методом вимірювання рівня насичення крові киснем є трансмісивна пульсоксиметрія [17].

Відносна жирова маса вимірює кількість небажаного жиру в організмі. Відносна жирова маса використовує показник зросту людини й окружності талії як параметрів для розрахунку маси тіла. Точність відносної маси жиру забезпечується за допомогою використання підходу різницевого рівнянь для двох різних вікових груп і статей [14].

Максимальна частота серцевих скорочень – це показник найвищої частоти скорочень серця. Вік є визначальним фактором максимальної частоти серцевих скорочень. Він розраховується, взявши вік як параметр. Це один з важливих факторів, який необхідно враховувати під час тренувань. Він інтерпретує цільову частоту скорочень серця [14].

Резерв частоти серцевих скорочень – це резервна частота скорочень, яка розраховується як різниця між показником максимальної частоти серцевих скорочень і показником частоти серцевих скорочень у стані спокої. Він визначає діапазон пульсу, доступний для виконання вправ.

Цільова частота серцевих скорочень – це параметр, показник якого користувач отримує знімаючи показники пульсу на руці. У випадку заняття фізичною активністю це є цільовим показником, який потрібно досягти під час виконання вправ. Він працює на трьох рівнях інтенсивності, тобто мінімальному, середньому та максимальному. Кількість спалених калорій залежить від цільової частоти серцевих скорочень [22].

Швидкість метаболізму в стані спокою – це кількість спалених калорій під час відпочинку. Коли людина перебуває в стані повного спокою, частина калорій спалюється за рахунок функціонування внутрішніх органів, оксигенації та деоксигенації крові та деяких неврологічних функцій [16].

Добові витрати енергії – це загальна кількість калорій, які людина спалює за день. На це впливають фізичні вправи, швидкість метаболізму в спокої, термічний ефект від споживання їжі, надлишкове споживання кисню та термогенез без фізичної активності [17].

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						24
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



При розробці комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера використовується мікроконтролер Raspberry Pi Pico W, модуль пульсоксиметра MAX30100, оптичний світлодіодний дисплей SSD1306.

Налаштування виконується за допомогою протоколу міжінтегрованих схем. Модуль визначення частоти серцевих скорочень та рівня кисню в крові і OLED-дисплей живляться від джерела 3,3 В плати Pico. Для послідовного зв'язку між модулями і мікроконтролером використовуються дві пари портів SDA і SCL.

Вивід Serial Data і Serial Clock модуля оксиметра потрібно підключити до Pin 31 і Pin 32 плати мікроконтролера відповідно. Подібним чином порти серійних даних і годинника OLED-дисплея підключаються відповідно до контактів 21 і 22 плати Pico. Використання таких контактів загального призначення в мікроконтролері для модулів інтерфейсу не обмежується схемою, як показано на рис. 2.2.

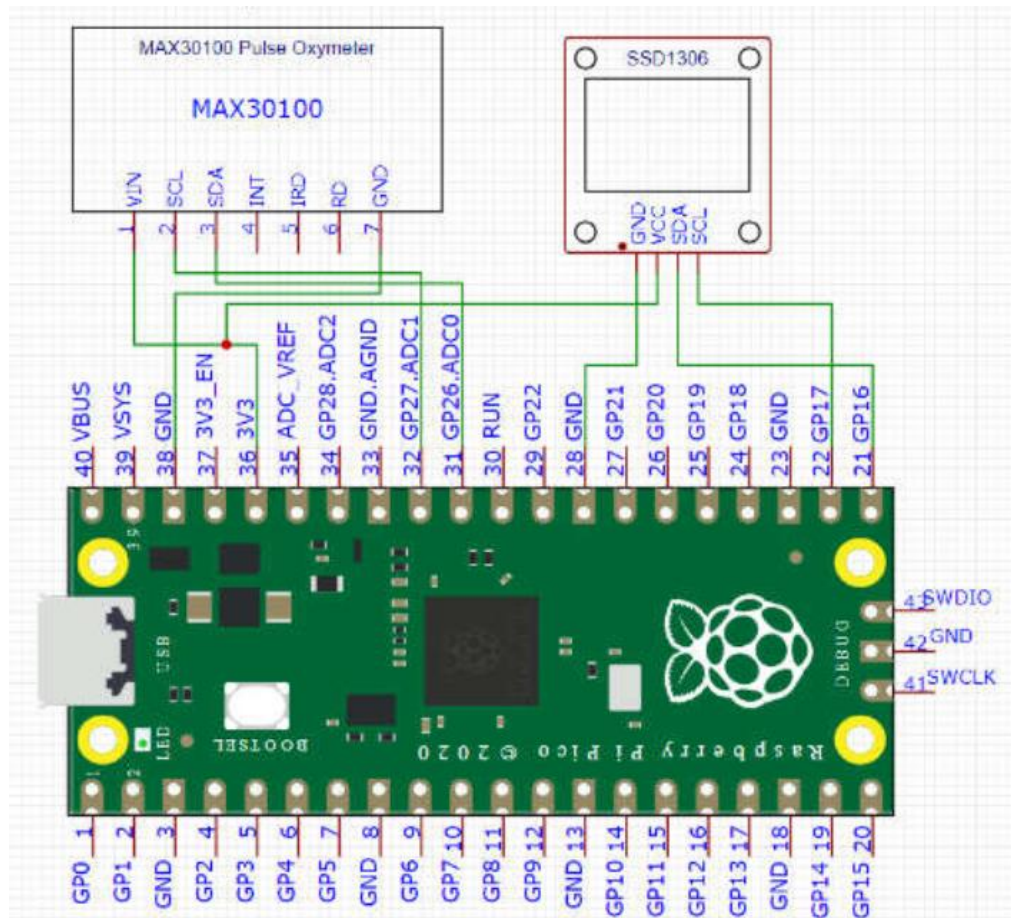


Рисунок 2.2 – Схема підключення компонентів системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера

Оскільки мікроконтролер Pico постачається з декількома парами контактів SDA та SCL для зв'язку між інтегральними схемами, можна використовувати одну з кількох пар. Крім того, використовувані піни повинні бути явно оголошені в коді перед виконанням.

### 2.3 Аналіз можливостей та характеристик Raspberry PI Pico W

RPI Pico W побудований на RP2040, який є чіпом Cortex M0+. Це один із найкращих чіпів у своєму класі за ціною <\$1, що дає змогу працювати з бездротовою передачею даних. У даному мікроконтролері наявний бездротовий чіп подвійного призначення CYW43439. Він може працювати з Wi-Fi (2,4 ГГц) і Bluetooth 5.2. Наразі за замовчуванням у прошивці увімкнено лише Wi-Fi, проте з часом з'явиться підтримка BLE. На рис. 2.3 показано мікроконтролер Pico W.

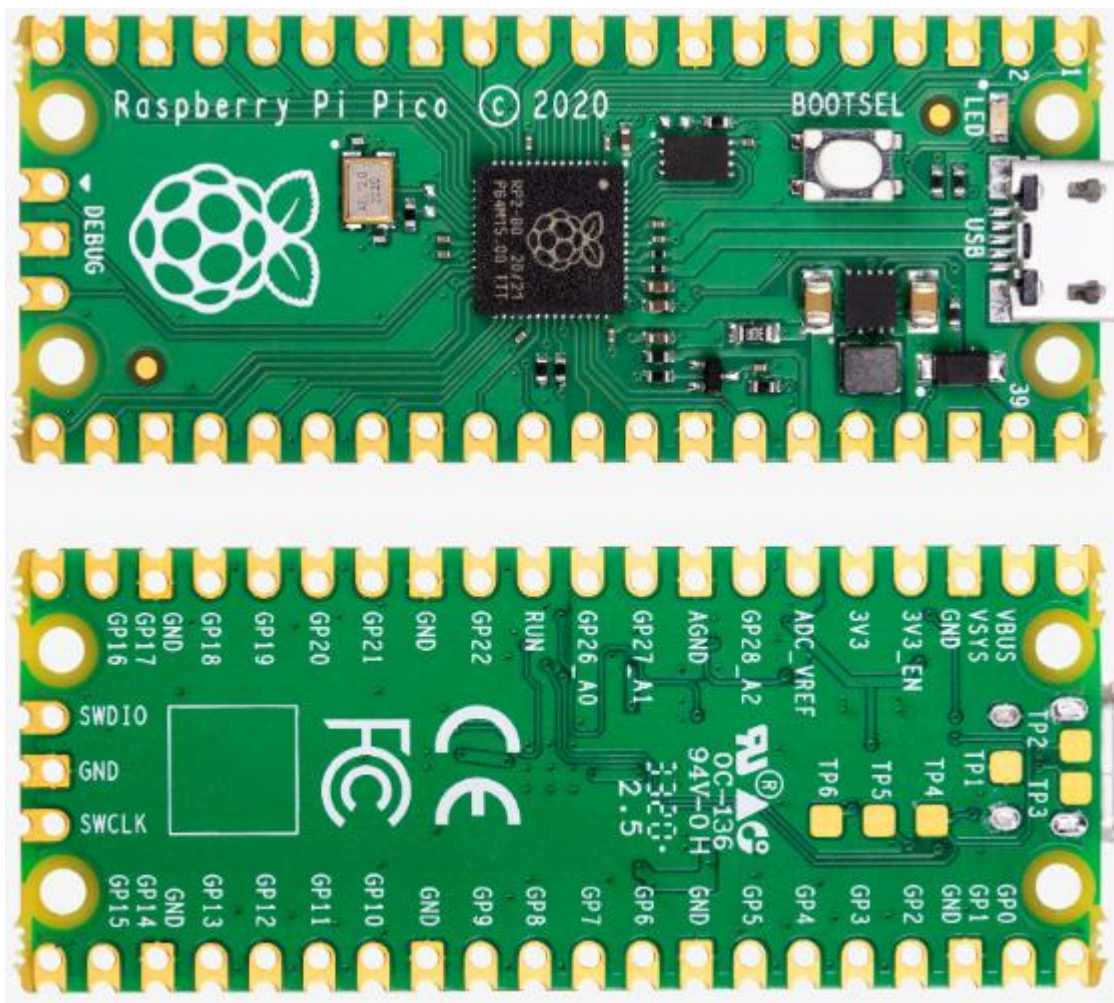


Рисунок 2.3 – Raspberry PI Pico W

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

CYW43439 містить подвійний процесор M3 і M4 для обробки кожного стека WiFi і BLE з однією фізичною секцією антени, яка опрацьовує обидва типи сигналів. Незважаючи на те, що Pico W містить ці процесори, вони не є процесорами додатків і служать лише для забезпечення зв'язку (на відміну від серії BLE Nordic). Даному мікроконтролеру потрібен хост-контролер для виконання програм та передачі даних через високошвидкісний SPI. Якщо перевірити компоновання друкованої плати, то можна знайти бездротовий модуль BGA під металевим корпусом для радіомодуля з виділеним кристалом і антеною друкованої плати 2,4 ГГц, що виходить з нього.

Pico забезпечує мінімальну, але гнучку зовнішню схему для підтримки мікросхеми RP2040: флеш-пам'ять (Winbond W25Q16JV), кристал (Abracon ABM8-272-T3), джерела живлення та роз'єднання, а також роз'єм USB.

Більшість контактів мікроконтролера RP2040 підведені до контактів вводу-виведення користувача на лівому та правому краю плати. Чотири RP2040 IO використовуються для внутрішніх функцій – управління світлодіодом, управління живленням вбудованого джерела живлення з імпульсним режимом (SMPS) і вимірювання напруги системи.

Зазвичай, Pico доцільно застосовувати в якості модуля при поверхневому монтажі. Це обумовлено тим, що виводи Input/Output є зубчастими.

Raspberry Pi Pico W використовує такий вбудований тип імпульсного джерела живлення, який забезпечує генерування напруги 3,3В, що застосовується при живленні самого мікроконтролера і периферійних пристроїв у діапазоні входної напруги [1,8; 5,5] В. Це дає змогу забезпечити гнучкість при подачі живлення до зовнішніх пристроїв від різних джерел, таких як один літій-іонний елемент або 3 послідовно з'єднані елементи типу AA. Окрім цього, у схему живлення RPI Pico можна доволі просто інтегрувати зарядні пристрої акумуляторів.

Перепрограмувати Pico Flash можна використовуючи USB-інтерфейс. Для цього завантажується файл у мікроконтролер шляхом його перетягування у Pico, що розпізнається як накопичувач. Альтернативним способом є використання стандартного порту Serial Wire Debug (SWD) за допомогою якого можна скинути

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметри системи, завантажити та запустити програмний код. Для налаштування та відлагодження програмного забезпечення застосовується інтерфейс SWD. На рис. 2.4 показано виводи RPI Pico W.

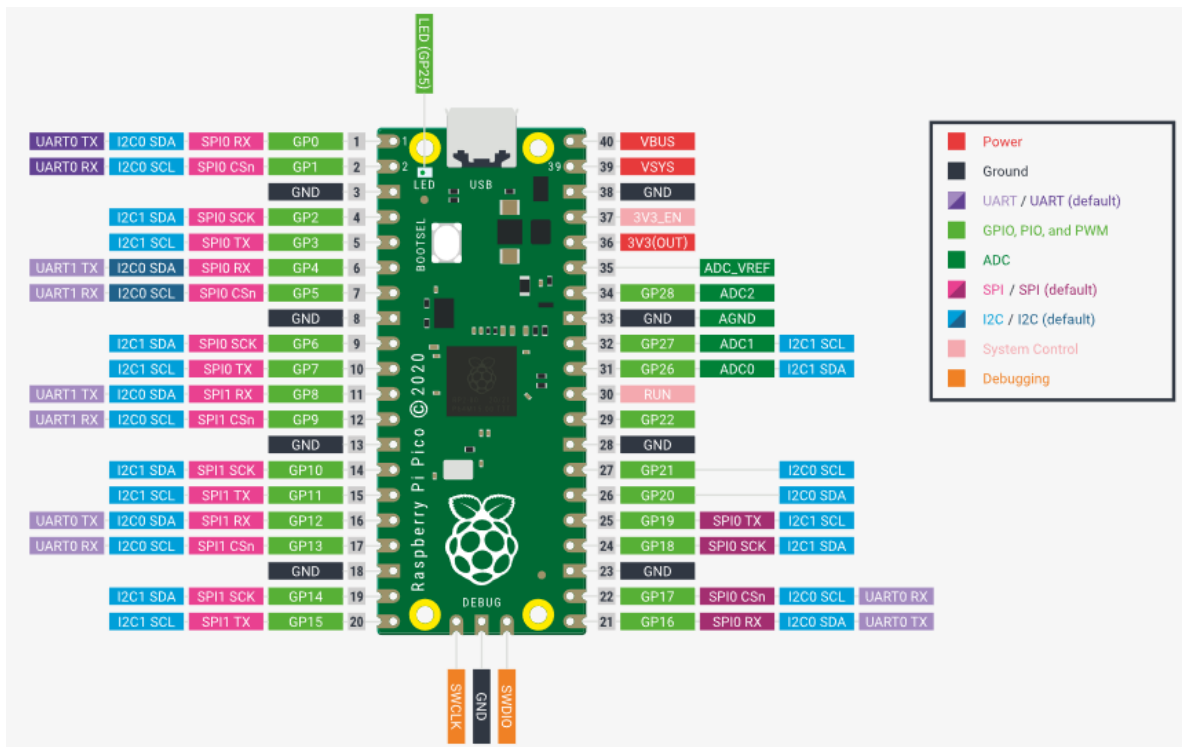


Рисунок 2.4 – Призначення контактів Raspberry Pico W

Інтеграція Pico із зовнішніми схемами заряджання доволі проста. На рис. 2.5 показана схема блоку живлення для Pico W.

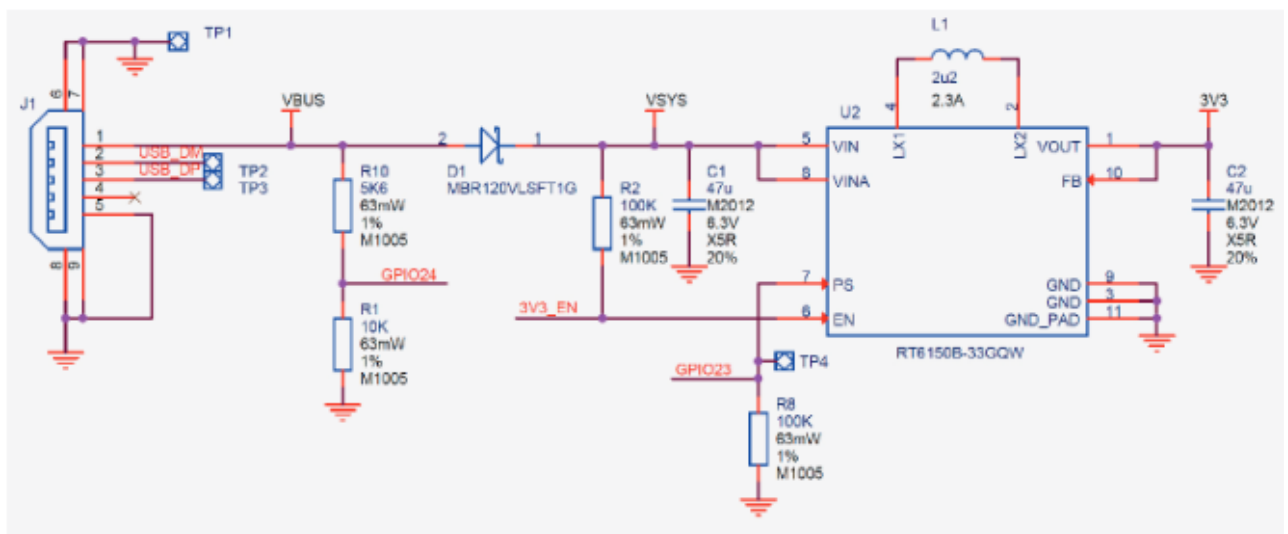


Рисунок 2.5 – Схема живлення Raspberry PI Pico W



VBUS – це вхід 5 В від порту micro-USB, який подається через діод Шотткі для генерації VSYS. Діод VBUS до VSYS (D1) додає гнучкості, дозволяючи підключати різні джерела живлення до VSYS.

VSYS є основною системною «вхідною напругою» і живить RT6150 понижуючий SMPS, який генерує фіксований вихід 3,3 В для пристрою RP2040 і його вводу-виводу (і може використовуватися для живлення зовнішніх схем).

VSYS фільтрується R-C ланкою і ділиться на 3 (на R5, R6 і C3 на схемі Pico), і його можна контролювати на каналі 3 АЦП. Це можна використовувати, наприклад, як монітор грубої напруги акумулятора.

На рис. 2.6 показано компоненти Pico W, які дещо відрізняються від типового RPI Pico за рахунок наявності модулів передачі даних.

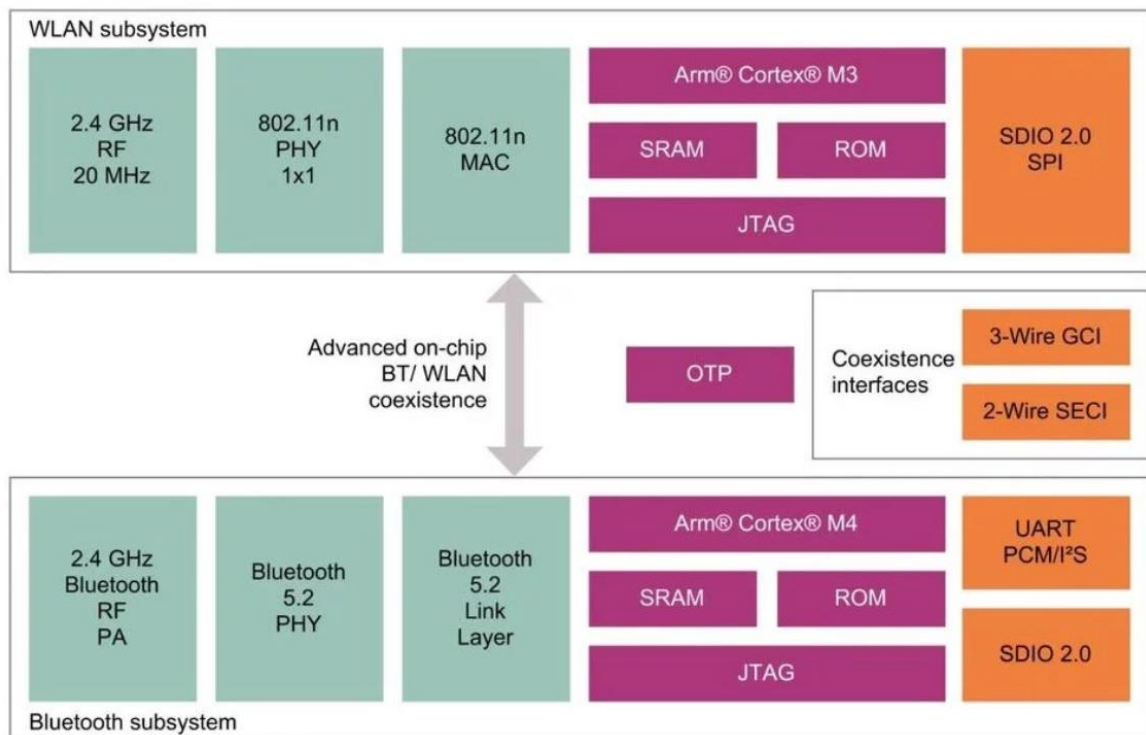


Рисунок 2.6 – Підсистеми Pico W

Застосування Raspberry Pi Pico підходить для тих випадків, коли потрібно використовувати Wi-Fi. Його мережева бібліотека на MicroPython зручна та інтуїтивно зрозуміла. Набагато легше виконувати прості завдання в Інтернеті за допомогою MicroPython на Raspberry Pi Pico, ніж на Arduino.

## 2.4 Аналіз особливостей МАХ3010

МАХ30100 – це інтегроване рішення для визначення рівня кисню в крові і датчика пульсу. Він складається з наступних елементів:

- двох світлодіодів;
- фотодетектора;
- оптимізованої оптики.

Даний сенсор забезпечує здатність виконувати опрацювання аналогового сигналу з низьким рівнем шуму при визначенні рівня кисню в крові та сигналів серцевого ритму.

МАХ30100 працює від джерел живлення 1,8 В і 3,3 В і може бути відключений за допомогою програмного забезпечення з не великим струмом очікування. Це дозволяє блоку живлення залишатися у стані підключення незалежно від моменту часу. На рис. 2.7 показано модуль МАХ3010.



Рисунок 2.7 – Модуль МАХ3010

Застосування модуля, показаного на рис. 2.7 ефективно при реалізації:

- носимих мобільних пристроїв;
- допоміжних пристроїв для фітнесу;
- медичних приладів моніторингу.

На системному рівні використання MAX3010 відповідає схемі, яка показана на рис. 2.8.

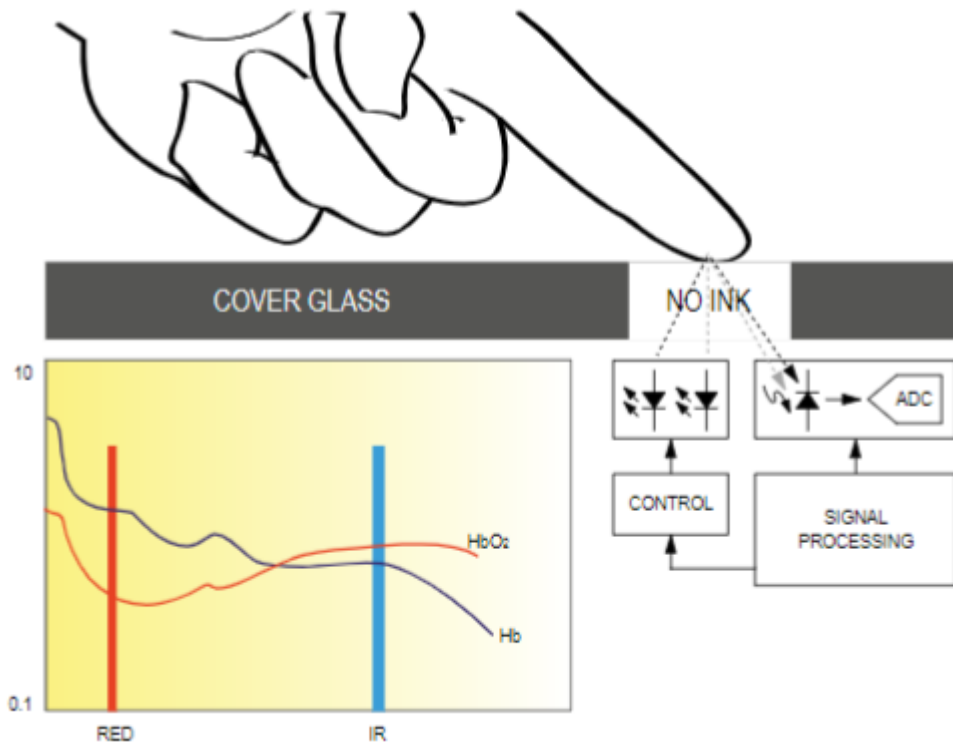


Рисунок 2.8 – Схема застосування MAX3010

Розташування контактів модуля визначення показників ЧСС та SPO<sub>2</sub> проілюстровано на рис. 2.9.

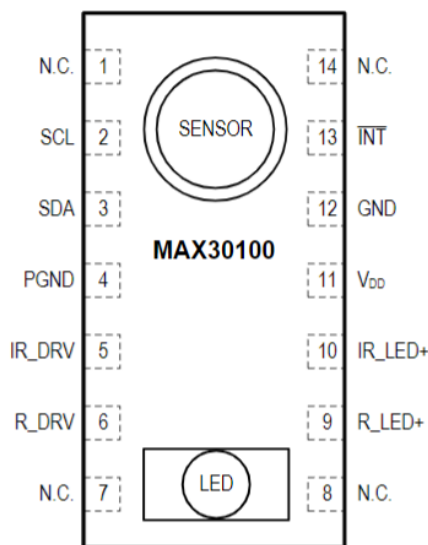


Рисунок 2.9 – Виводи MAX3010

Призначення контактів модуля МАХ3010 наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Призначення виводів МАХ3010

№ контакту	Позначення	Призначення
1, 7, 8, 14	N.C.	Не підключаються. З'єднується з друкованою платою для стабільності
2	SCL	Вхід годинника I <sup>2</sup> C
3	SDA	Дані синхронізації I <sup>2</sup> C, двонаправлені (з відкритим каналом)
4	PGND	Заземлення живлення блоків драйверів світлодіодів
5	IR_DRV	Інфрачервоний світлодіодний катод і точка підключення світлодіодного драйвера. Залишається плаваючим у схемі.
6	R_DRV	Червоний світлодіодний катод і точка підключення світлодіодного драйвера. Залишається плаваючим у схемі
9	R_LED+	Джерело живлення (підключення анода) для червоного світлодіода. Обхід до PGND для найкращої продуктивності. Внутрішнє підключення до IR_LED+
10	IR_LED+	Джерело живлення (підключення анода) для інфрачервоного світлодіода. Обхід до PGND для найкращої продуктивності. Внутрішнє підключення до R_LED+
11	VDD	Аналоговий вхід джерела живлення. Байпас до GND для найкращої продуктивності.
12	GND	Аналогове заземлення
13	INT	Активне переривання з низьким рівнем (з відкритим каналом)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ

Арк.

32



Функціональна схема модуля визначення рівня кисню в крові і частоти скорочення серця представлена на рис. 2.10.

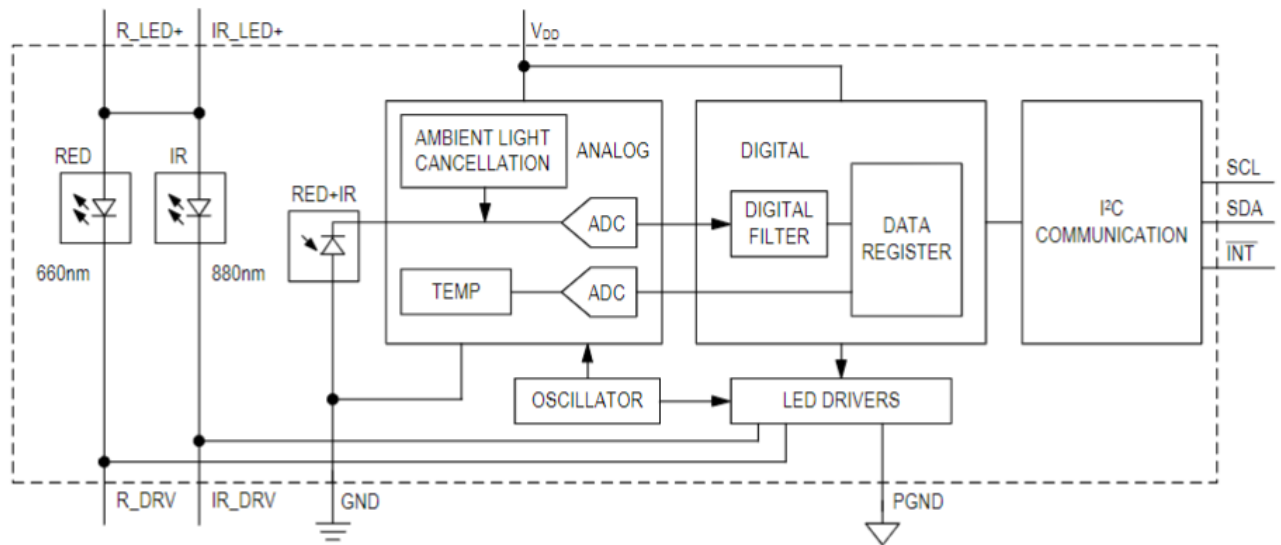


Рисунок 2.10 – Функціональна схема сенсора MAX30100

Виходячи зі схем, показаних на рис. 2.9 і рис. 2.10, MAX30100 представляє собою комплексне рішення при побудові систем пульсоксиметрії з датчиком частоти серцевих скорочень, що задовольняє високим вимогам носимих пристроїв.

MAX30100 забезпечує дуже малий форм-фактор пропонованого рішення і не зазнає обмежень чи перешкод при вимірюванні оптичних або електричних властивостей. Для інтеграції в носимий пристрій потрібна мінімальна кількість зовнішніх апаратних компонентів. Даний модуль повністю конфігурується за допомогою програмних реєстрів, а цифрові вихідні дані зберігаються в FIFO 16 усередині пристрою. FIFO дозволяє підключати MAX30100 до мікроконтролера або мікропроцесора на спільній шині, де дані не зчитуються безперервно з реєстрів пристрою.

Підсистема SpO<sub>2</sub> у MAX30100 складається з компенсації навколишнього освітлення (ALC), 16-бітного сигма-дельта-АЦП і фірмового фільтра дискретного часу. АЦП є сигма-дельта-перетворювачем безперервної

передискретизації з роздільною здатністю до 16-біт. Вихідну швидкість передачі даних АЦП можна запрограмувати від 50 Гц до 1 кГц.

MAX30100 містить власний дискретний часовий фільтр для усунення перешкод 50 Гц/60 Гц і низькочастотних залишкових навколишніх шумів.

Датчик температури MAX30100 має вбудований температурний сенсор для калібрування температурної залежності підсистеми SpO<sub>2</sub>. Алгоритм SpO<sub>2</sub> відносно нечутливий до довжини хвилі інфрачервоного світлодіода, але розмір хвилі іншого світлодіода є критичним для правильної інтерпретації даних.

Дані температурного датчика можна використовувати для компенсації помилки SpO<sub>2</sub> при зміні температури навколишнього середовища.

Світлодіодний драйвер MAX30100 інтегрує драйвери червоного та інфрачервоного світлодіодів для управління імпульсами при вимірюванні рівня кисню в крові і ЧСС. Струм світлодіода можна запрограмувати від 0 мА до 50 мА з належною напругою живлення. Ширину світлодіодного імпульсу можна запрограмувати від 200 мкс до 1,6 мс, щоб оптимізувати точність вимірювання та енергоспоживання залежно від випадків використання.

## 2.5 Аналіз функціональності OLED – дисплею

При проектуванні системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера запропоновано використати OLED-дисплей SSD1306. Даний дисплей представляє собою CMOS OLED/PLED з інтегрованим контролером керування матричною графічною системою. Така система базується на органічних/полімерних світлодіодах. Сам дисплей побудований на 128 сегментах, 64 з яких є спільними. Ця мікросхема розроблена як OLED-панель із загальним катодом.

Екран SSD1306 містить механізм вбудованого контролю контрастності, оперативну пам'ять і генератор, який забезпечує зменшення кількості зовнішніх елементів і використання енергії. Окрім цього, даний дисплей має 256-ступеневе регулювання яскравості.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Дані та команди надсилаються із загального MCU через сумісний з апаратним забезпеченням паралельний інтерфейс 800/8000, інтерфейс I<sup>2</sup>C або послідовний периферійний інтерфейс.

Він підходить для багатьох компактних портативних додатків, таких як допоміжний дисплей мобільного телефону, MP3-плеєр, калькулятор тощо. Структурна схема цього OLED-екрану показана на рис. 2.12.

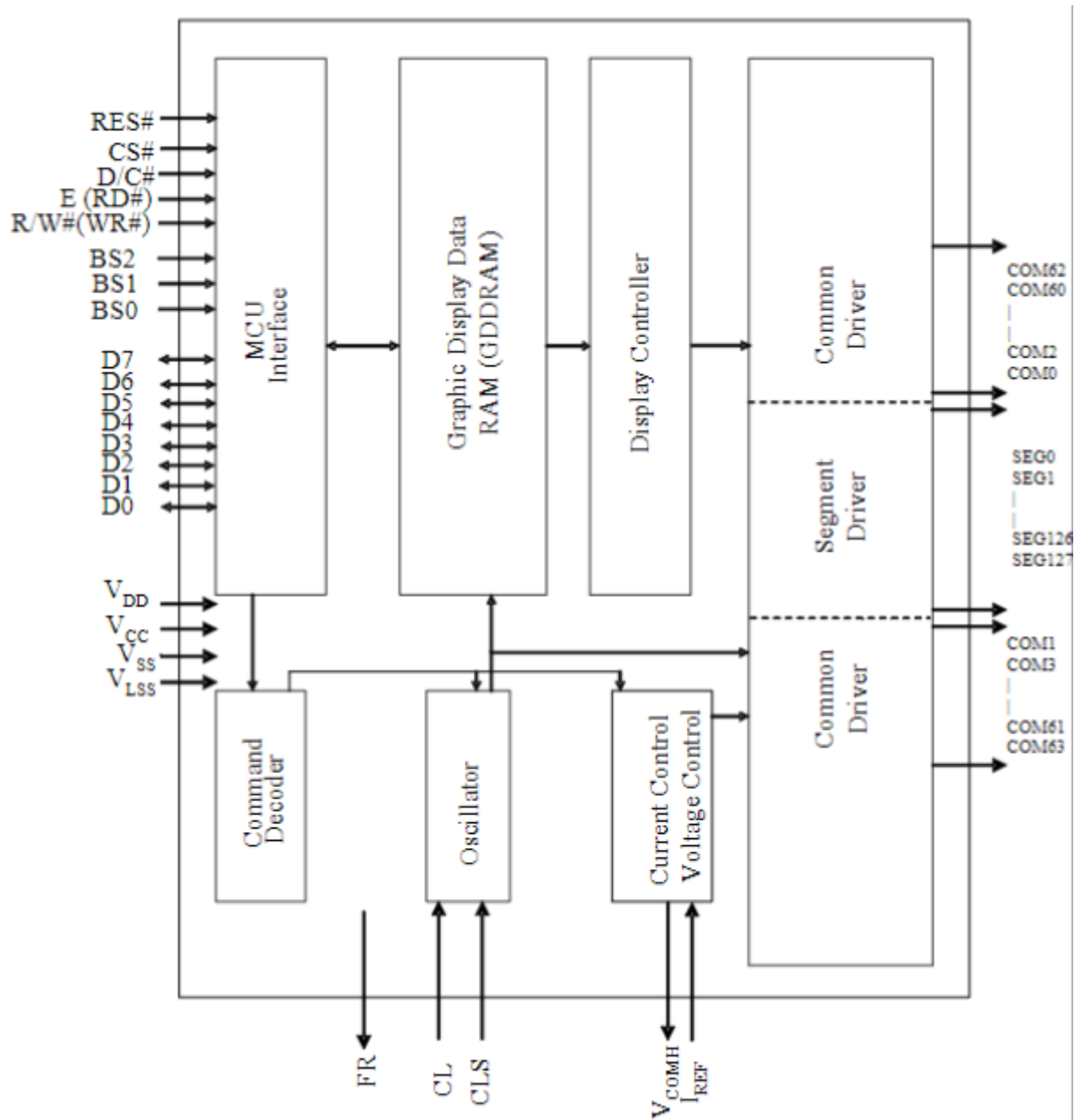


Рисунок 2.11 – Структурна схема SSD1306

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Інтерфейс MCU SSD1306 складається з 8 контактів даних і 5 контактів керування. Призначення контактів у різних режимах інтерфейсу наведено у специфікації пристрою. Різні режими MCU можна встановити апаратним вибором на контактах BS[2:0].

Зовнішній вигляд OLED-дтсплею SSD1306 показано на рис. 2.12.

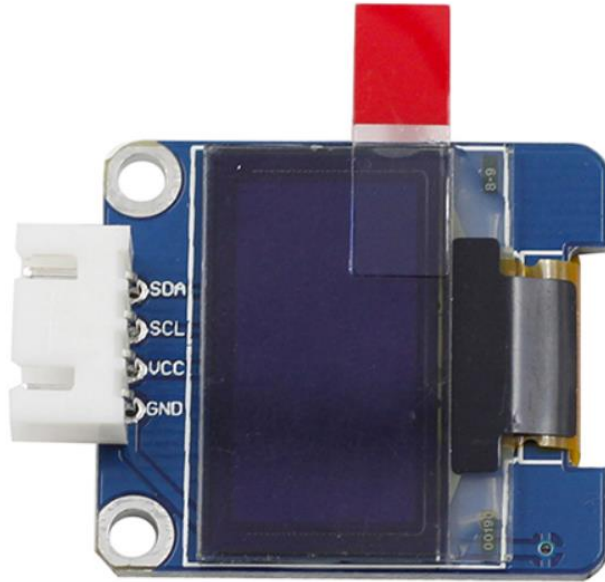


Рисунок 2.12 –OLED-дисплей SSD1306

Інтерфейс зв'язку I<sup>2</sup>C складається з біта веденої адреси SA0, сигналу даних шини SDA (SDAOUT/D2 для виходу та SDAIN/D1 для введення) і тактового сигналу шини SCL (D0). І сигнали даних, і тактові сигнали повинні бути підключені до регулюючих резисторів. RES# використовується для ініціалізації пристрою.

## РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА НАЛАШТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ ФІТНЕС-ТРЕКЕРА

### 3.1 Налаштування програмного забезпечення Raspberry Pi Pico W

Raspberry Pi Pico може використовувати низку популярних мов програмування, таких як C/C++/Arduino та CircuitPython, однак найпопулярнішою, мабуть, є MicroPython.

MicroPython – це менша, більш ефективна версія мови програмування Python 3, призначена для використання з платами мікроконтролерів, такими як Raspberry Pi Pico.

При реалізації системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера потрібно встановити програмне забезпечення Thonny, яке дозволить запрограмувати мікроконтролер за допомогою MicroPython.

IDE Thonny – це середовище розробки, що підтримує синтаксис мови програмування Python, що забезпечує написання коду, надаючи при цьому багато корисних функцій для уникнення помилок, забезпечення читабельності коду та багато інших переваг.

Для встановлення IDE Thonny необхідно перейти на сторінку «<https://thonny.org/>» та обрати завантаження під потрібну операційну систему, як показано на рис. 3.1.

**Thonny**  
Python IDE for beginners



Download version **4.0.1** for  
[Windows](#) • [Mac](#) • [Linux](#)

Рисунок 3.1 – Вибір IDE для конкретної ОС

					<i>КС КРБ 123.116.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Федорчук О.В.</i>			<i>Розробка та налаштування програмного забезпечення системи збору та аналізу даних фітнес-трекера</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>					37	
<i>Консульт.</i>		<i>Гурик О.Я.</i>				<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

При наведенні вказівника миші на назву операційної системи, яка використовується при розробці системи збору та аналізу даних можна побачити більш детальні параметри, рекомендовані на основі системи. У даному випадку використовується 64-розрядна версія Windows.

Thonny встановлюється, як і більшість програм, і попросить спочатку передбачає прийняття ліцензійної угоди та підтвердження місця встановлення. Зазвичай, ці параметри залишають за замовчуванням. Після проходження усіх кроків інсталяції потрібно натиснути «Готово», а потім відкрити програму. Інтерфейс середовища Thonny показано на рис. 3.2.

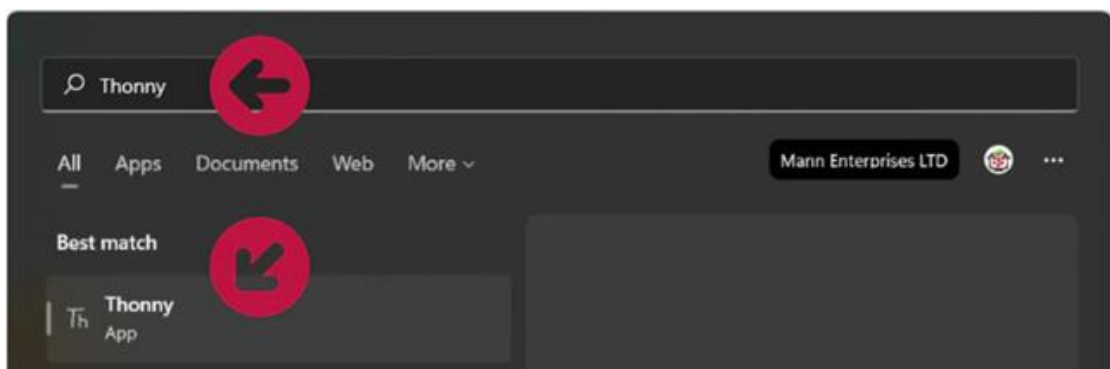


Рисунок 3.2 – Запуск середовища Thonny

Після успішного встановлення середовища розробки потрібно встановити мікропрограму MicroPython на Raspberry Pi Pico. Це дає Pico основне програмне забезпечення, необхідне для запуску коду MicroPython, який пізніше буде завантажено для збору та налізу даних з фітнес-трекера.

Спочатку потрібно підключити кабель Micro-USB до Pico і знайти маленьку кнопку на верхній частині Pico. Це кнопка «BOOTSEL», яка, якщо її утримувати під час підключення кабелю, дозволяє інстальовати прошивку на Pico. На рис. 3.3 показано розташування кнопки, яку необхідно буде затиснути при підключенні USB кабеля до ПК.

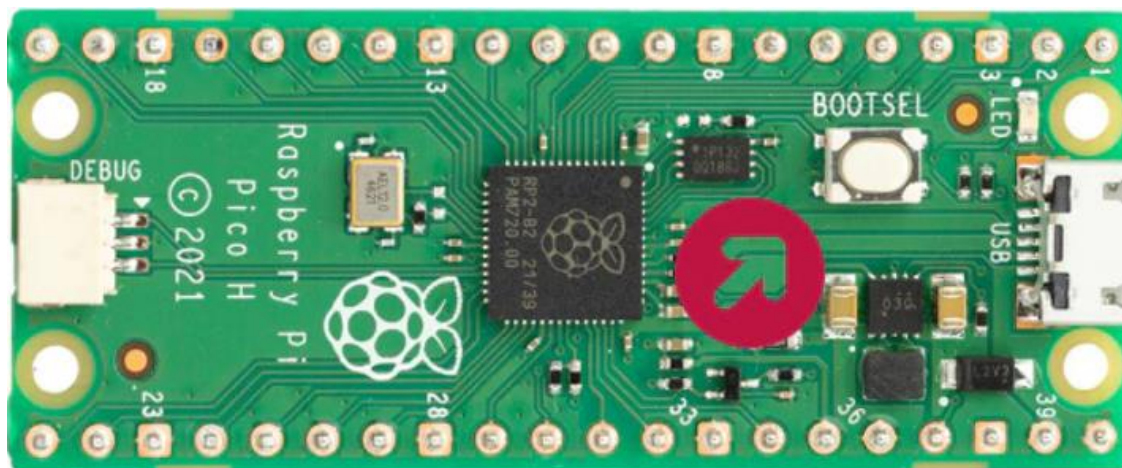


Рисунок 3.3 – Кнопка BOOTSEL для завантаження прошивки

Після утримання кнопки та одночасного підключення USB-кабеля у відповідний порт комп'ютера, можна побачити повідомлення в операційній системі про появу нового пристрою.

В IDE Thonny у нижньому правому куті з'явиться сповіщення «MicroPython (Raspberry Pi Pico)» і COM-порт, як показано на рис. 3.4. Натиснувши на сповіщення існує декілька варіантів вибору.



Рисунок 3.4 – Встановлення MicroPython

У діалоговому вікні, яке показано на рис. 3.5 потрібно налаштувати відповідні параметри та обрати останню доступну версію MicroPython і відповідно свій тип мікроконтролера.



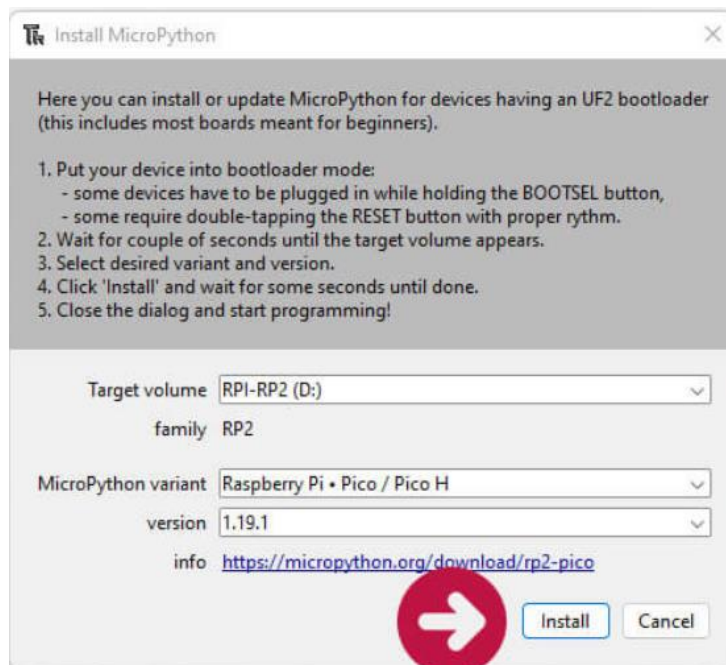


Рисунок 3.4 – Інсталяція потрібної версії MicroPython

Натиснувши кнопку «Install» з'являється стрічка прогресу виконання інсталяції і після її завершення потрібно натиснути кнопку «Finish».

Середовище Thonny можна використовувати з низкою плат макетування, тому перш, ніж переходити до написання програмного коду потрібно обрати тип використовуваної плати – Raspberry Pi Pico. Для цього у верхньому меню необхідно обрати «Виконати», а потім «Налаштувати інтерпретатор», як показано на рис. 3.5.

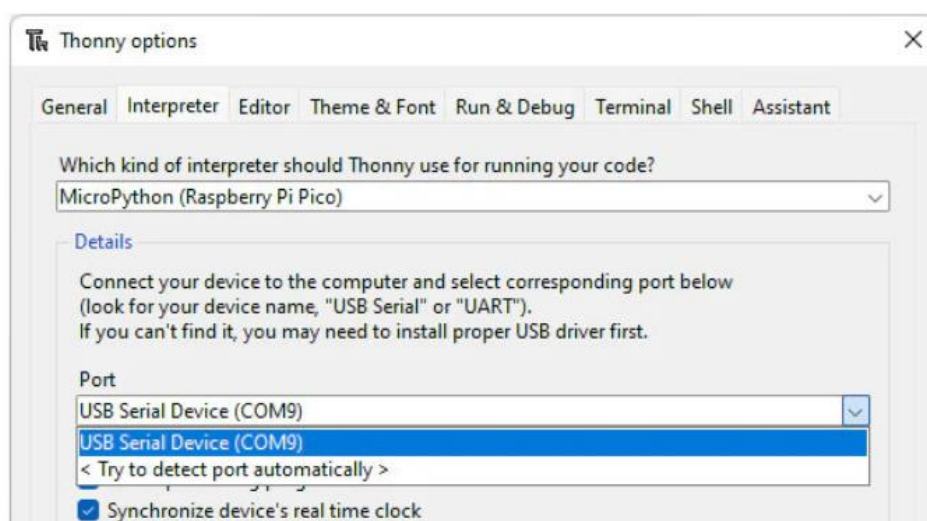


Рисунок 3.5 – Вибір плати макетування у середовищі Thonny

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Тепер варто переконатися, що в першому розкритому списку вибрано «MicroPython (Raspberry Pi Pico) та обрати доступний пристрій у розкритому списку «Порт», а потім натиснути «ОК».

Якщо існує кілька варіантів у розкритому списку «Порт», це означає, що до комп'ютера підключено інші пристрої. Після вибору потрібного порту з'являється панель «Raspberry Pi Pico» ліворуч від Thonny та інформацію в нижній правій панелі «Shell» (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Успішне встановлення та підключення Raspberry Pi Pico та середовища Thonny

Після встановлення середовища Thonny, MicroPython та забезпечення комунікації з Raspberry Pi Pico необхідно налаштувати підключення до бездротової мережі передач даних.

### 3.2 Налаштування доступу до мережі на основі WiFi

MicroPython постачається з готовими методами для надсилання та отримання даних через Інтернет. З'єднання WiFi можна налаштувати за допомогою модуля «Network» в MicroPython. Доступно два інтерфейси Wi-Fi: один для станції та один для точки доступу (рис. 3.7).

У режимі станції Raspberry Pi Pico може підключатися до маршрутизатора Wi-Fi, а в режимі точки доступу – може функціонувати як точка доступу Wi-Fi.

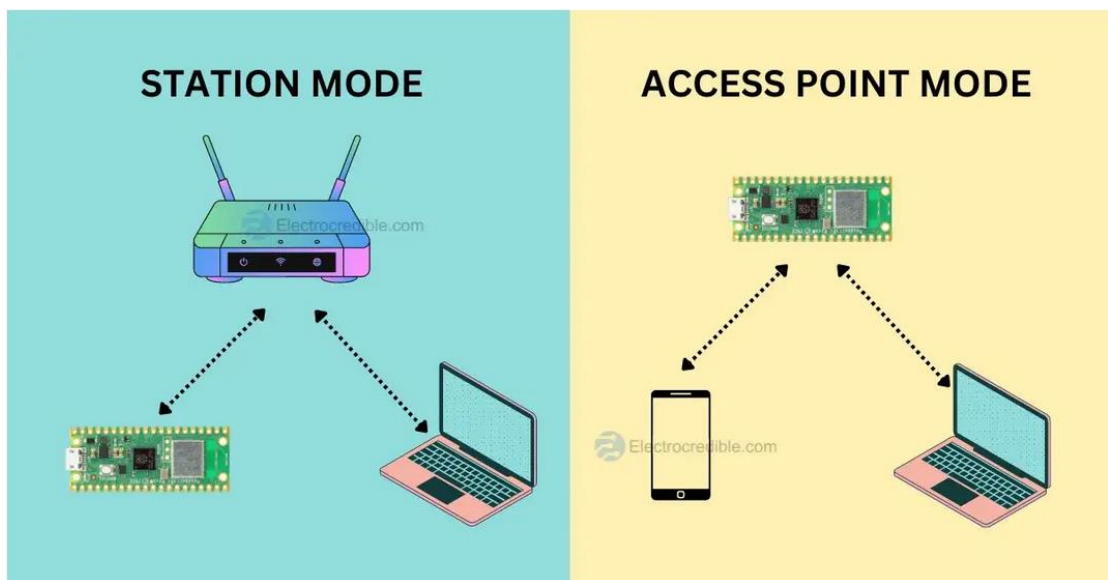


Рисунок 3.7 – Можливі режими функціонування Raspberry Pi Pico W

За допомогою MicroPython можна створити програмний об'єкт під назвою wlan і встановити його в режим станції таким чином, як показано на рис. 3.8.

```
import network
wlan = network.WLAN(network.STA_IF)
```

Рисунок 3.8 – Підключення бібліотеки Network та створення об'єкту «wlan»

Щоб використовувати Pico як точку доступу, треба при створенні об'єкту мережі змінити програмний код на «network.WLAN(network.AP\_IF)».

Протокол HTTP має різні методи, такі як «GET», «POST», «PATCH», «PUT», «DELETE» тощо. Ці методи необхідні для зв'язку через Інтернет-протокол.

Наприклад, метод GET використовується для отримання даних із сервера, а метод POST використовується для надсилання даних на сервер. Ці методи легко доступні в MicroPython за допомогою бібліотеки «urequests».

Для того, щоб можна було надсилати CSV-файли на сервер спочатку потрібно імпортувати три необхідні бібліотеки. Бібліотека часу буде використовуватися для додавання затримок, бібліотека мережі допоможе

підключитися до Wi-Fi, а бібліотека запитів буде використана для виконання HTTP-запитів. На рис. 3.9 показано фрагмент підключення необхідних бібліотек.

```
import time
import network
import urequests as requests
```

Рисунок 3.9 – Імпорт необхідних бібліотек

Далі необхідно ініціалізувати змінні «ssid» і «password» призначивши ідентифікатор використовуваної WiFi мережі і пароль ( рис. 3.10).

```
ssid = 'MyNetwork'#here must be real SSID
password = 'MyPassword'#here must be real password
```

Рисунок 3.10 – Ініціалізація змінних доступу до WiFi мережі

Оскільки, Raspberry Pi Pico буде функціонувати як повноцінна станція, то відповідно створюється об'єкт, як показано на рис. 3.11.

```
wlan = network.WLAN(network.STA_IF)
```

Рисунок 3.11 – Створення об'єкту wlan

Функція `snctWifi()` використовується для встановлення підключення до мережі Wi-Fi. У цій функції спочатку активується мережевий інтерфейс і виконується підключення до нього за допомогою актуальних мережевих облікових даних (рис. 3.12).

```
wlan.active(True)
wlan.connect(ssid, password)
```

Рисунок 3.12 – Активація мережевого інтерфейсу та підключення до WiFi мережі

Потім за допомогою циклу здійснюється перевірка, чи встановлено зв'язок, і виконується 10 повторних спроб з'єднання – у випадку, якщо з'єднання не вдається (рис. 3.13).

```
# Wait for connection to establish
max_wait = 10
while max_wait > 0:
    if wlan.status() < 0 or wlan.status() >= 3:
        break
    max_wait -= 1
    print('waiting for connection...')
    time.sleep(1)
```

Рисунок 3.13 – Перевірка з'єднання з мережею

Функція wlan.status() надає статус бездротового з'єднання. Статуси визначаються в бездротовому драйвері Infineon CYW4343. У наведеній нижче табл. 3.1 показано різні коди, які повертає функція, що відповідає статусу мережі.

Таблиця 3.1 – Статуси мережі, які повертає функція wlan.status()

STATUS	CODE
LINK DOWN	0
LINK JOIN	1
LINK NOIP	2
LINK UP	3
LINK DOWN	-1
LINK NONET	-2
LINK BADAUTH	-3

Наведений нижче код (рис. 3.14) обробляє будь-які помилки комунікації, які можуть виникнути. Якщо код, повернутий `wlan.status()`, не дорівнює 3 (тобто LINK UP), то для сповіщення користувача друкується повідомлення «Не вдалося підключитися до мережі».

```
# Manage connection errors
if wlan.status() != 3:
    print('Network Connection has failed')
else:
    print('connected')
```

Рисунок 3.14 – Обробник помилок з'єднання з WiFi

Далі можна визначити функцію під назвою `postData()` для відправлення файлу даних з показниками фітнес-трекера за вказаним URL. Також можна використовувати функцію обробки винятків Python для автоматичного повторного підключення, коли з'єднання Wi-Fi не вдається.

Блок `try` перевірятиме наявність помилок під час виконання коду. Змінній під назвою `data` присвоюється значення, яке повертає `requests.post()`, який є методом HTTP POST для відправки даних на сервер (рис. 3.15).

```
try:
    data=requests.post("url",files = fitnessTracker_1)
```

Рисунок 3.15 – Обробник подій для надсилання CSV файлів

І, нарешті, блок `except` обробляє винятки, створені блоком `try`. Якщо з'єднання втрачено або виникає будь-яка інша помилка, користувачеві відображається відповідне повідомлення на основі статусу з'єднання, як показано на рис. 3.16.

```
except:
    print("could not connect (status = " + str(wlan.status()) + ")")
```

Рисунок 3.16 – Блок `except`

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після цього реалізується нескінченний цикл `while` для відправки даних на сервер та повторного підключення до мережі, якщо з'єднання втрачено.

Наведений нижче блок коду (рис. 3.17) є умовним оператором, який перевіряє, чи підключений пристрій до мережі WiFi.

```
if wlan.isconnected():  
    print("attempting to reconnect...")  
    wlan.disconnect()  
    cnctWifi()
```

Рисунок 3.17 – Перевірка зв'язку з мережею

Якщо умова виконується, вказуючи на те, що пристрій має активне з'єднання WiFi, програма продовжує друк повідомлення «надсилання запиту на надсилання...» на консоль. Після цього повідомлення викликається функція `postData()`. Ця умовна перевірка гарантує, що програма намагатиметься уфлсckfnb дані лише тоді, коли встановлено надійне мережеве з'єднання, запобігаючи непотрібним мережевим запитам у разі роз'єднання.

Якщо пристрій не підключено, програма спробує повторно підключитися в блоці `else`. Спочатку з'єднання розривається за допомогою `wlan.disconnect()`, а функція `cnctWifi()` викликається знову під час спроби підключитися до мережі. Цей код `MicroPython` гарантує, що `Pico` автоматично спробує повторно підключитися, коли з'єднання Wi-Fi втрачено.

### 3.3 Реалізація програмного забезпечення системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера

Мікроконтролер `Raspberry Pi Pico` завантажується із встановленим `MicroPython` та `Thonny IDE`, а також налаштованими параметрами доступу до мережі WiFi. Для збору та подальшого опрацювання показників частоти серцевих скорочень, насичення киснем крові та інших розроблено алгоритм за

допомогою формальної мови програмування. При цьому використовуються наступні позначення:

- N – прізвище та ініціали користувача;
- A – вік користувача;
- G – стать користувача;
- H – показник зросту конкретного користувача;
- W – показник маси;
- WC – показник об'єму талії;
- AL – рівень активності користувача;
- SpO2 – рівень насичення крові киснем;
- BPM – показник частоти серцевих скорочень;
- RFM – відносний показник маси жиру;
- MHR – максимальна частота серцевих скорочень;
- THR – цільова частота серцевих скорочень;
- RMR – швидкість метаболізму в стані спокою;
- DEE – показник витрати добової енергії.

Алгоритм роботи системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера показано на рис. 3.18 у вигляді формальної мови.

1. **Input** *LocalTime, N, A, G, H, W, WC, AL* from user
2. **Start** *LocalTime*
3. **Read** *SpO2* and *BPM* from *oximeter*
4. **Start** *Timer*
5. *If A > 14 AND G == Male:*
6. **Compute** *RFM* as sum of 64, and quotient of -20 times of *H* and *WC*
7. *If A > 14 AND G == Female:*
8. **Compute** *RFM* as sum of 76 and quotient of -20 times of *H* and *WC*
9. *If A > 8 AND A < 14 AND G == Male:*
10. **Compute** *RFM* as sum of 74 and quotient of -22 times of *H* and *WC*
11. *If A > 8 AND A < 14 AND G == Female:*
12. **Compute** *RFM* as sum of 79 and quotient of -22

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- times of H and WC
13. **Compute** MHR as difference of 207 and product of 0.7 and A
  14. **Compute** HRR as difference of MHR and BPM
  15. **Compute** BaseRMR as sum of 9.9 times of W and 6.25 times of H and difference of 4.92 times of A.
  16. If G == Male:
  17. **Compute** RMR as sum of BaseRMR and 5
  18. If G == Female:
  19. **Compute** RMR as difference of BaseRMR and 161
  20. If AL == Min:
  21. **Compute** THR as sum of BPM and product of 0.5 and HRR
  22. **Compute** DEE as 1.2875 times of RMR
  23. If AL == Mod:
  24. **Compute** THR as sum of BPM and product of 0.7 and HRR
  25. **Compute** DEE as 1.55 times of RMR
  26. If AL == Max:
  27. **Compute** THR as sum of BPM and product of 0.85 and HRR
  28. **Compute** DEE as 1.8125 times of RMR
  29. **Store** and **Display** BPM, SpO2, RFM, MHR, HRR, RMR, THR, DEE
  30. **Delay** Until Sensor data is found
  31. **Read** data from Oximeter
  32. **Stop** Timer
  33. **Display** Timer
  34. **Display** BPM, SpO2
  35. If (BPM < THR)
  36. **Display** Pending as difference of THR and BPM
  37. **Delay** until Sensor data is found
  38. **Read** data from oximeter
  39. **GOTO** Step 38
  40. **Display** "Target Reached

Рисунок 3.18 – Формальний алгоритм визначення та опрацювання даних з фітнес-трекера

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



Реєстрація даних користувача та даних з сенсорів є унікальною функцією Raspberry Pi Pico. На відміну від мікроконтролерів Arduino, ESP32 і NodeMCU, Pico не вимагає зовнішньої карти Secure Digital для зберігання даних.

Для зберігання даних у хмарі також наявність з'єднання Wi-Fi є не обов'язковою. Незважаючи на те, що хмарні послуги інтенсивно розвиваються для вирішення задач у різних секторах економіки, хмарне сховище стає необхідним лише після впровадження системи моніторингу здоров'я, яка зберігає основні дані про показники пацієнта, які мають бути доступні одним натисканням кнопки.

У системі моніторингу показників фітнес-трекера, яка використовується лише як помічник у фітнесі, дані не обов'язково повинні бути доступними в мережі Інтернет. Надсилання даних у хмару є процесом, що потребує багато ресурсів і вимагає витрат. Тим не менш, дані потрібно зберігати для перевірки ста налізу.

Мікроконтролер Pico легко справляється і виконує завдання локального збереження даних у вигляді CSV-файлу. Даний пристрій працює на MicroPython, різновиді програмування на Python.

Python полегшує створення, додавання, модифікацію, зберігання та видалення файлів. Завдяки такому підходу дані користувача разом із даними про здоров'я до та після тренування зберігаються у файлі CSV (значення, розділені комами).

Цей файл CSV створюється для кожного конкретного користувача і при кожній авторизації. Відповідні дані збираються та після проведення обчислень згідно алгоритму (рис. 3.18) додаються в кінець файлу.

Процедура проведення обчислень передбачає їх опрацювання первинним ядром мікроконтролера. Після обробки даних вони зберігаються в контролері за допомогою допоміжного ядра (другого ядра), таким чином забезпечується розподіленість системи.

Розподіленість виконання задач відбувається таким чином, щоб забезпечити простір для запуску внутрішнього годинника, щойно будуть

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		49

отримані дані перед тренуванням. У результаті цього зберігання даних стає простим і енергоефективним.

Збір точних даних покращується за допомогою міток часу. Щоб узгодити мітку часу з місцевим часом, або мікроконтролер має бути підключений до Інтернету, або це можна зробити за допомогою функцій часу MicroPython.

Оскільки запропонована модель може функціонувати без підключення до мережі Інтернет, локальний час підтримується шляхом ініціалізації годинника, який живиться від мікроконтролера. Крім того, для зберігання загального часу тренування використовується внутрішній годинник мікроконтролера Рісо. Блок-схема алгоритму реєстрації даних при занятті фітнесом візуалізована на рис. 3.19.

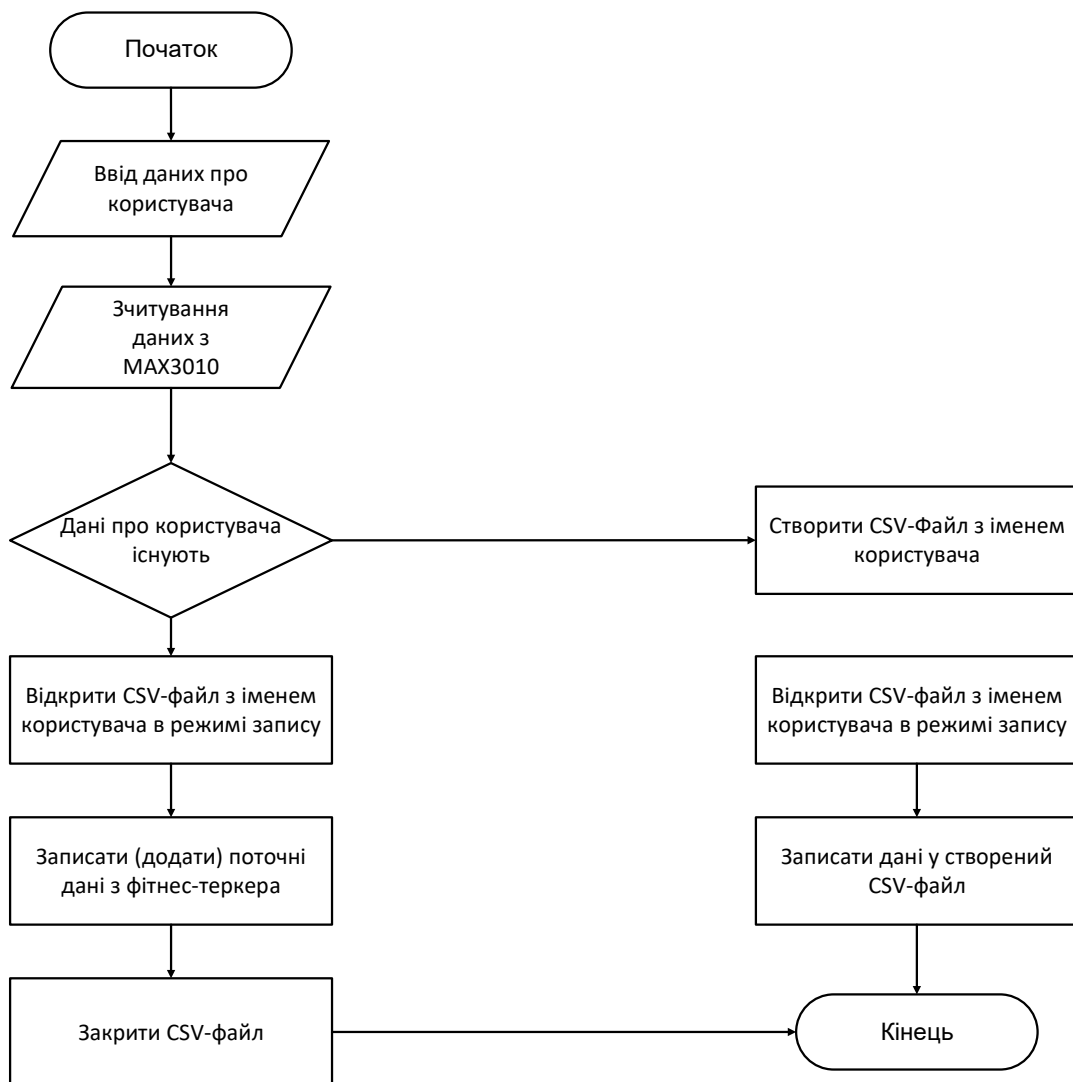


Рисунок 3.19 – Блок-схема алгоритму реєстрації даних при створенні, записі, додаванні та зберіганні даних у CSV-файл

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

На рис. 3.19 показано налаштований процес реєстрації даних у мікроконтролері Raspberry Pi Pico. Дані спочатку заповнюються користувачем і виконується перевірка їх наявності на мікроконтролері.

Якщо введені дані користувача збігаються з наявними у базі даних, конкретний файл відкривається в «Режимі додавання» для реєстрації поточних даних.

Якщо дані, введені користувачем, не збігаються з базою даних, створюється новий файл CSV. Після надходження даних вони автоматично додаються до бази даних.

Для тестування розробленої системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера створено шість тестових користувачів різних вікових груп, які займалися фізичними навантаженнями протягом п'яти днів.

При тестуванні основна увага приділена таких факторів як:

- надійність мікроконтролера Raspberry Pi Pico W;
- точність реєстрації даних;
- доступ до даних;
- видалення даних із CSV-файлів;
- експорт зареєстрованого файлу CSV у середовище Octave Visualization Tool з метою проведення аналізу.

У результаті проведеної верифікації підтверджено також зручність використання розробленого програмного забезпечення і обґрунтовано надійність запису даних з фітнес-трекера кілька разів на день без будь-яких збоїв.

При не вимкненому живленні, мікроконтролер Pico підтримував точний місцевий час. Крім того, забезпечено стандартну швидкість передачі даних мікроконтролера разом із тактовою частотою 133 МГц і функціональністю подвійного ядра для збору, опрацювання та зберігання даних.

На рис. 3.20 наведено сформовані CSV-файли для усіх шести зареєстрованих користувачів.

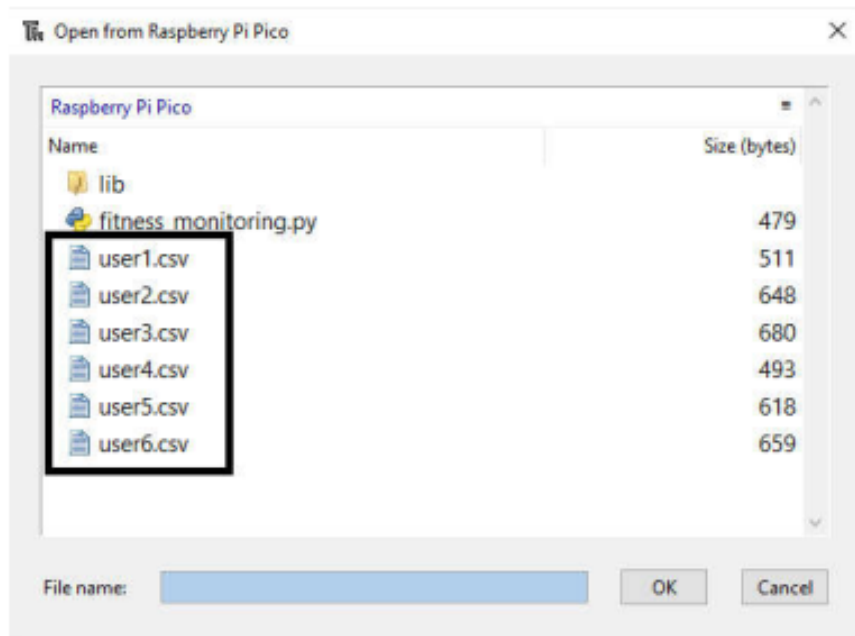


Рисунок 3.20 – Дані користувачів, які зберігаються у вигляді CSV-файлів мікроконтролера Pico W.

На рис. 3.21 наведено вікно середовища, в якому можна проводити аналіз даних та їх візуалізацію у вигляді графіків.

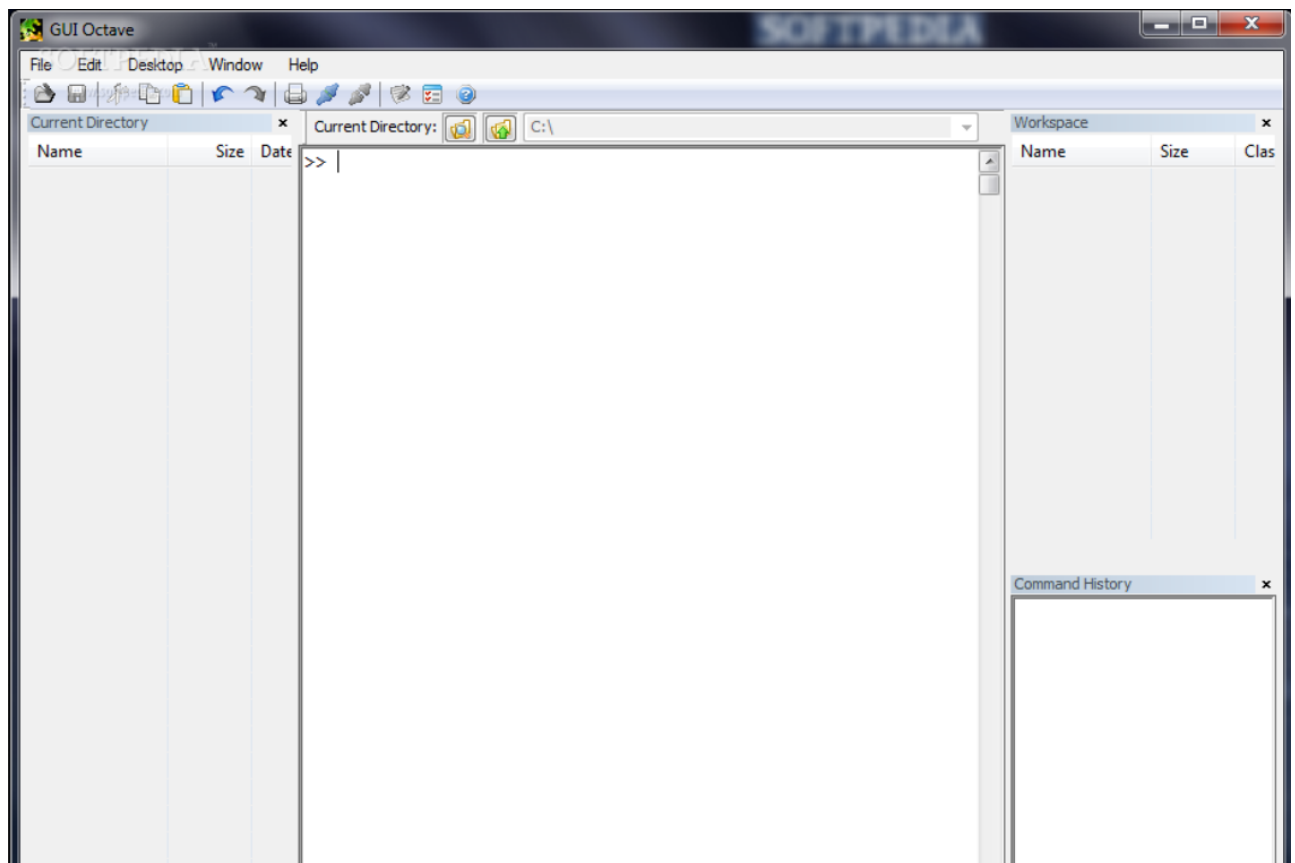


Рисунок 3.21 – Головне вікно середовища аналізу даних Octave

Як вихідні дані у середовище Octave завантажуються та імпортується CSV-файл. Для зручності користувача можуть застосовуватися різні типи графіків, які дають змогу візуалізувати прогрес при занятті фітнесом. Серед таких графіків можуть застосовуватися лінійні графіки, стовпчасті та кругові діаграми та ін.

Відображення кількох окремих графіків на одному екрані дозволяє легко інтерпретувати дані. На рис. 3.22 і рис. 3.23 наведено стовпчасті діаграми, які відображають відповідно частоту серцевих скорочень та рівень насичення крові киснем до і після виконання фізичних навантажень. Це дало змогу користувачеві легко зрозуміти, який ефект має фітнес на його здоров'я і додатково врахувати фактори, які до цього не були врахованими. Даний проект системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера включає параметр добових витрат енергії, який широко поширений у будь-яких комерційних фітнес-трекерах.

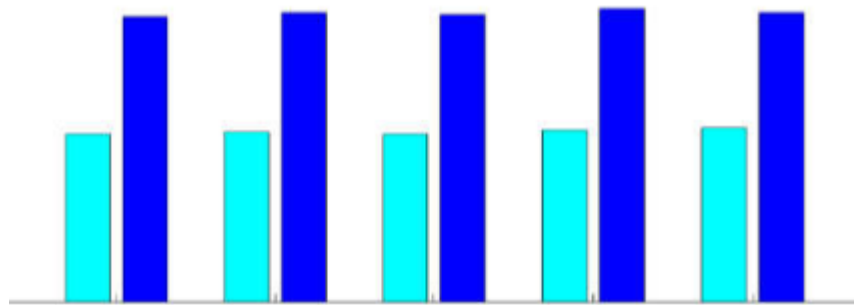


Рисунок 3.22 – Показник частоти серцевих скорочень до і після заняття фітнесом протягом 5-ти днів

Світлі стовпці відображають дані, зібрані перед тренуванням, а темно-сині – частоту серцевих скорочень після тренування. Як видно з рис. 3.22 частота серцевих скорочень після заняттям фітнесом зростає до певної межі і залежить від типу вправ і часу, протягом якого тривало заняття спортом.

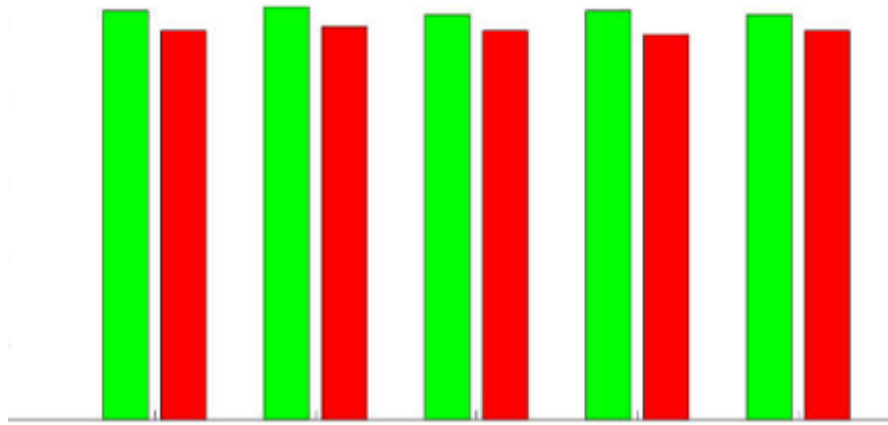


Рисунок 3.23 – Показник рівняння насичення киснем крові до і після заняття фітнесом протягом 5-ти днів

Зелені стовпці на рис. 3.23 представляють дані про насичення киснем, зібрані перед тренуванням, а смуги червоного кольору представляють рівень насичення киснем після тренування.

Фітнес-моніторинг за допомогою Raspberry Pi Pico це один з нових підходів до перевірки параметрів здоров'я людини на основі аналізу фізичного стану людини. Запропонована система може функціонувати без підключення до Інтернету при реєстрації даних.

Деякі параметри системи обчислюються за допомогою даних користувача та значень датчика оксиметра. Це замінило необхідність використання кількох енергоспоживаючих датчиків. Оскільки дані реєструються мікроконтролером, до них можна легко отримати доступ у вигляді файлу CSV, підключивши його до будь-якого комп'ютера.

## РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Діяльність людини та її вплив на довкілля

В умовах науково-технічного прогресу значно ускладнились взаємовідносини суспільства з природою. Людина отримала можливість впливати на хід природних процесів, підкорила сили природи, почала опановувати майже всі доступні відновні і невідновні природні ресурси, але разом з тим забруднювати і руйнувати довкілля.

За оцінкою Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), із більш ніж 6 млн. відомих хімічних сполук практично використовується до 500 тис. сполук; із них біля 40 тис. мають шкідливі для людини властивості, а 12 тис. є токсичними [18].

До кінця ХХ століття початку ХХІ століття забруднення навколишнього середовища відходами, викидами, стічними водами всіх видів промислового виробництва, сільського господарства, комунального господарства міст набуло глобального характеру і поставило людство на грань екологічної катастрофи.

Втручання людини у природні процеси різко зростає і може спричиняти зміну режиму ґрунтових і підземних вод у цілих регіонах, поверхневого стоку, структури ґрунтів, інтенсифікацію ерозійних процесів, активізацію геохімічних та хімічних процесів у атмосфері, гідросфері та літосфері, зміни мікроклімату.

Сучасна діяльність, наприклад, будівництво гідротехнічних споруд, шахт, рудників, доріг, свердловин, водойм, дамб, деформація суші ядерними вибухами, будівництво гігантських міст, обводнення і озеленення пустель, та інші повсякденні аспекти діяльності людини, вже викликали значні видимі і приховані зміни довкілля.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Федорчук О.В.</i>			<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>					55	
<i>Консульт.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>				<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

В історичному плані виділяють декілька етапів зміни біосфери людством, які увінчались екологічними кризами та революціями, а саме:

- вплив людства на біосферу як звичайного біологічного виду;
- надінтенсивне полювання без змін екосистем у період становлення людства;
- зміни екосистем внаслідок процесів, що відбуваються природнім шляхом: випасання, посилення росту трав шляхом випалювання тощо;
- інтенсифікація впливу на природу шляхом розорювання ґрунтів та вирубування лісів;
- глобальні зміни всіх екологічних компонентів біосфери в цілому.

Вплив людини на біосферу зводиться до чотирьох головних форм:

- зміна структури земної поверхні (розорювання степів, вирубування лісів, меліорація, створення штучних водойм та інші зміни режиму поверхневих вод);
- зміна складу біосфери, кругообігу і балансу тих речовин, які її складають (добування корисних копалин, створення відвалів, викиди різних речовин у атмосферу та водойми);
- зміна енергетичного, зокрема теплового, балансу окремих регіонів земної кулі і всієї планети;
- зміни, які вносяться у біоту (сукупність живих організмів) внаслідок знищення деяких видів, руйнування їх природних місць існування, створення нових порід тварин та сортів рослин, переміщення їх на нові місця існування.

Під забрудненням навколишнього середовища розуміють надходження в біосферу будь-яких твердих, рідких і газоподібних речовин або видів енергії (теплоти, звуку, радіоактивності) у кількостях, що шкідливо впливають на людину, тварин і рослини як безпосередньо, так і непрямым шляхом.

Безпосередньо об'єктами забруднення (акцепторами забруднених речовин) є основні компоненти екотопу (місце існування біотичного угруповання): атмосфера, вода, ґрунт [18].

Опосередкованими об'єктами забруднення (жертвами забруднення) є складові біогеоценозу: рослини, тварини, гриби, мікроорганізми.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56



Втручання людини в природні процеси в біосфері, котре викликає небажані для екосистем антропогенні зміни, можна згрупувати за наступними видами забруднень:

- інгредієнтне забруднення - забруднення сукупністю речовин, кількісно або якісно ворожих природним біогеоценозам (інгредієнт - складова частина складної сполуки або суміші);
- параметричне забруднення пов'язане зі зміною якісних параметрів навколишнього середовища (параметр навколишнього середовища - одна з його властивостей, наприклад, рівень шуму, радіації, освітленості);
- біоценотичне забруднення полягає у впливі на склад та структуру популяції живих організмів;
- стаціонально-деструкційне забруднення (стація- місце існування популяції, деструкція - руйнування) викликає зміну ландшафтів та екологічних систем в процесі природокористування.

Фахівці по різному класифікують забруднення природного середовища, в залежності від того, який принцип беруть за основу класифікації, зокрема - за типом походження, за часом взаємодії з довкіллям, за способом впливу [18].

Джерела забруднення дуже різноманітні: серед них не тільки промислові підприємства і паливно-енергетичний комплекс, але і побутові відходи, відходи тваринництва, транспорту, а також хімічні речовини, які людина цілеспрямовано вводить до екосистеми для захисту корисних продуцентів і консументів від шкідників, хвороб і бур'янів.

#### 4.2 Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо його зниженню до допустимих величин

Шум – це сукупність звуків різноманітної частоти та інтенсивності, що виникають у результаті коливального руху частинок у пружних середовищах (твердих, рідких, газоподібних). Шумом також вважають будь-який небажаний для людини звук [19].

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливою характеристикою шуму є його частотний склад. Якщо в складі шуму переважають звуки з частотою коливань до 400 Гц, такий шум називається низькочастотним, якщо переважають звуки з частотою 400 – 1000 Гц – середньочастотним, якщо понад 1000 Гц – високочастотним [19].

Низькочастотний шум інтенсивністю до 100 дБ не викликає відчутної несприятливої дії на орган слуху; для середньочастотного шуму ця норма складає 85 – 90 дБ; для високочастотного – 75 – 85 дБ. Несприятливі суб'єктивні відчуття і вплив на організм людини зумовлює високочастотний шум [19].

Шум підступний, його шкідливий вплив на організм відбувається незримо, непомітно. Організм людини проти шуму практично беззахисний.

Вплив шуму на організм умовно поділяють на:

- специфічний, що спричиняє зміни в органі слуху;
- неспецифічний – з боку інших органів і систем.

Основну увагу приділяють стану органа слуху, тому що слуховий аналізатор першим сприймає звукові коливання і потерпає від впливу шуму на організм.

Дія шуму на організм людини пов'язана головним чином із застосуванням нового, високопродуктивного устаткування, з механізацією або автоматизацією трудових процесів: переходом на великі швидкості при експлуатації різних верстатів і агрегатів [19].

Джерелами шуму можуть бути двигуни, насоси, компресори, пневматичні та електричні інструменти, молоти, дробарки, верстати, центрифуги та інше обладнання, що має рухомі деталі.

Крім того, за останні роки, у зв'язку із значним розвитком міського транспорту, зростає інтенсивність шуму і в побуті.

Короткочасний, навіть одноразовий вплив шуму високої інтенсивності може спричинити повну загибель спірального органа або розрив барабанної перетинки, що супроводжується почуттям закладеності та різким болем у вухах. Наслідком баротравми нерідко буває повна втрата слуху [19].

У виробничих умовах такі травми спостерігаються надзвичайно рідко, здебільшого під час аварій чи вибухів.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						58
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Основною ознакою впливу шуму є зниження слуху по типу кохлеарного невриту. Професійне зниження слуху зазвичай буває двостороннім. Стійкі зміни слуху, як правило, розвиваються повільно, нерідко їм передують адаптація до шуму, яка характеризується нестійким зниженням слуху, що виникає безпосередньо після його впливу і зникає після припинення його дії.

Початкові прояви професійної приглухуватості найчастіше зустрічаються у осіб зі стажем роботи в умовах шуму близько 5 років. При високих рівнях шуму слухова чутливість падає вже через 1 – 2 роки, при середніх – виявляється набагато пізніше, через 5 – 10 років, тобто зниження слуху відбувається повільно, хвороба розвивається поступово [19].

У працюючих в умовах шуму основними скаргами є: зниження слуху, головний біль тупого характеру, відчуття важкості і шуму в голові, що виникають до кінця робочої зміни або після роботи, запаморочення при зміні положення тіла, підвищена дратівливість, швидка стомлюваність, зниження працездатності, уваги, підвищена пітливість, порушення ритму сну (сонливість вдень, тривожний сон у нічний час). Можуть спостерігатися неприємні відчуття в області серця у вигляді поколювань, серцебиття. Відзначається виражена нестійкість пульсу і артеріального тиску, особливо в період перебування в умовах шуму.

Ефективний захист працюючих від несприятливого впливу шуму вимагає здійснення комплексу організаційних, технічних і медичних заходів. Особливо важливо заздалегідь приймати відповідні заходи захисту від шуму.

З метою підвищення ефективності боротьби з шумом введено обов'язковий гігієнічний контроль об'єктів, що генерують шум, реєстрація фізичних факторів, що роблять шкідливий вплив на навколишнє середовище і негативно впливають на здоров'я людей. Ефективним шляхом вирішення проблеми боротьби з шумом є зниження його рівня в самому джерелі за рахунок зміни технології і конструкції машин. До заходів цього типу відносяться заміна гучних процесів безшумними, ударних – безударними, наприклад заміна клепки пайкою, кування і штампування – обробкою тиском, застосування віброізоляції, глушників, звукоізолюючих кожухів та інші. У деяких випадках зниження рівня

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						59
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

шуму досягається застосуванням звукопоглинальних пористих матеріалів, покритих перфорованими листами алюмінію, пластмас.

При необхідності підвищення коефіцієнта звукопоглинання в області високих частот звукоізолюючі шари покривають захисною оболонкою з дрібною і частою перфорацією, застосовують також штучні звукопоглиначі у вигляді конусів, кубів, закріплених над обладнанням, що є джерелом підвищеного шуму. У тих випадках, коли технічні засоби не забезпечують досягнення вимог чинних нормативів, необхідно обмеження тривалості впливу шуму та застосування засобів індивідуального захисту органу слуху. Їх використовують тоді, коли технічні засоби боротьби з шумом не забезпечують зниження його до безпечних меж. Засоби індивідуального захисту органів слуху поділяють на три типи: вкладиші, навушники і шоломи.

Важливе значення у попередженні розвитку шумової патології мають попередні (під час прийняття на роботу) і періодичні (протягом трудової діяльності) медичні огляди. Згідно з наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21.05.2007 № 246 «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій» таким оглядам підлягають особи, які працюють на виробництвах, де шум перевищує гранично допустимий рівень.

Медичними протипоказаннями до допуску на роботу, пов'язану з впливом інтенсивного шуму, крім загальних медичних протипоказань є наступні захворювання:

- стійке зниження слуху, хоча б на одне вухо, будь-якого походження;
- отосклероз і інші хронічні захворювання вуха з несприятливим прогнозом;
- порушення функції вестибулярного апарата, у тому числі хвороба Мен'єра;
- виражена вегетативно-судинна дистонія;
- гіпертонічна хвороба (всі стадії).

Кратність проведення періодичних медичних оглядів встановлюється в залежності від інтенсивності шуму. Огляди проводяться за участю отоларинголога, невропатолога і терапевта.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі досліджено особливості сучасних систем визначення показників фізичної активності людини, що реалізовані у вигляді носимих пристроїв – фітнес-трекерів. Встановлено їхні переваги і недоліки та запропоновано реалізацію комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекерів, яка забезпечує можливість вимірювання таких показників фізичної активності користувача як частота серцевого ритму (пульс) та рівень насичення киснем крові. Окрім вимірюваних показників, враховуються особливості поточної фізичної форми користувача, зокрема, вік, стать, маса, величина окружності талії та ряд інших.

Комплексно система на основі прямих метрик може розраховувати непрямі показники фізичного стану організму людини і на основі цих даних дає змогу підбирати оптимальні фізичні вправи для досягнення цільового навантаження.

Апаратна складова комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес трекера складається з мікроконтролера Raspberry Pi Pico W, який на відміну від інших такого класу мікроконтролерів має вбудований модуль WiFi та Bluetooth, а також сенсора MAX3010, який дає змогу одночасно вимірювати частоту серцевих скорочень та рівень насичення крові киснем.

Програмне забезпечення комп'ютерної системи реалізовано у середовищі Thonny IDE, що підтримує мову програмування MicroPython. Виміряні дані про показники частоти серцебиття та рівня кисню записуються після заняття фізичною культурою у мікроконтролер у вигляді CSV-файлу. Даний файл може бути надісланий у хмарне сховище, або на локальний сервер для подальшого аналізу. Для візуалізації зібраних показників застосовується середовище Octave, що забезпечує можливість комплексної побудови графіків та виявлення трендів при фізичній активності користувача системи.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						61
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hetherington G.V., Shum M., Bonato P. From A to Z: Wearable technology explained. *Maturitas*. Volume 113. 2018. PP. 40-47.
2. Haghayegh S., Khoshnevis S., Smolensky M., Diller K., Castriotta R. Accuracy of Wristband Fitbit Models in Assessing Sleep: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 21(11): e16273. 2019; URL: <https://www.jmir.org/2019/11/e16273> (дата звернення: 26.04.2024).
3. Yudhana A., Kaspul A. A Mobile Phone Application for Someone Fitness Monitoring with Fast Fourier Transform Algorithm. *Jurnal Ilmiah Kursor*. 2020. URL: <http://kursorjournal.org/index.php/kursor/article/view/195> (дата звернення: 29.04.2024)
4. Bora P., Kanakaraja P., Chiranjeevi B. Smart real time health monitoring system using Arduino and Raspberry Pi. *Materials Today: Proceedings*. 2021. PP. 278-285.
5. Thothadri M.. An Analysis on Clock Speeds in Raspberry Pi Pico and Arduino Uno Microcontrollers. *American Journal of Engineering and Technology Management*. Vol. 6. No. 3. 2021. PP. 41-46.
6. Sari N., Gani M., Yusuf R. Telemedicine for silent hypoxia: Improving the reliability and accuracy of Max30100-based system. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. Volume 22. 2021. PP. 29-35.
7. Лупенко С. А., Пасічник В. В., Тиш Є. В. Комп'ютерна логіка. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006». 2015. 354 с.
8. Palamar A., Karpinski M., Palamar M., Osukhivska H., Mytnyk M. Remote Air Pollution Monitoring System Based on Internet of Things. *CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAР 2022)*, Ternopil, Ukraine, November 22–24, 2022. Vol. 3309. P. 194-204.
9. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		62

10. Snizhko Y. M., Sarana V. M. The influence of external factors on the accuracy of non-invasive measuring of oxygen in blood. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 20161. PP. 78-82.

11. Linden G., Smith B., York J. Amazon.com recommendations: Item-to-item collaborative filtering. *IEEE Internet Computing*. vol. 7. No. 1. 2003. pp. 76–80.

12. Python-recsys on Github. URL: <https://github.com/ocelma/python-recsys> (дата звернення 22.04.2021 р.).

13. Preprocessing data. URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/preprocessing.html#preprocessing> (дата звернення 02.05.2021 р.).

14. API reference. URL: <https://pandas.pydata.org/docs/reference/index.html> (дата звернення 10.05.2021 р.).

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

16. Raspberry Pi Computer Boards. URL: <https://www.okdo.com/c/pi-shop/the-raspberry-pi/> (дата звернення 15.05.2024 р.).

17. Осухівська Г.М., Луцик Н.С., Луцик Н.С., Паламар А.М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.

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

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

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

					<i>КС КРБ 123.327.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						63
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Додаток А  
Технічне завдання



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

**“Затверджую”**

Завідувач кафедри КС

\_\_\_\_\_ Осухівська Г.М.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ З ФІТНЕС-ТРЕКЕРА

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на 10 листках

**Вид робіт:**

Кваліфікаційна робота

**На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»**

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

«УЗГОДЖЕНО»

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Керівник кваліфікаційної роботи

Студент групи СІс-42

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Тиш Є.В.

\_\_\_\_\_ Федорчук О.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**Тернопіль 2024**

## 1 Загальні відомості

### 1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес-трекера».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.327.00.00

### 1.2 Виконавець

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

### 1.3 Підстава для виконання роботи

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

### 1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 26.04.2024 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 24.06.2024 р.

## 1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

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

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

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

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

## 2 Призначення і цілі створення системи

### 2.1 Призначення системи

Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес-трекера призначена для вимірювання показників частоти серцевих скорочень та рівня насичення киснем крові. Перед тим як застосовувати проєктований пристрій користувач повинен також мати можливість вказати стан та фізичну форму у якій він перебуває.

Дані, які вносить користувач повинні зберігатися у вигляді файлу в форматі CSV і містити його ідентифікатор, наприклад у вигляді прізвища, імені та по-батькові, вік, стать, а також рівень фізичної активності.

Фізична активність користувача може описуватися нечіткими висловлюваннями по типу: «низький», «середній» та «високий» рівень фізичних навантажень. Окрім цього, користувач фітнес-трекера повинна вказати величину окружності талії, масу тіла, частоту серцевих скорочень в стані спокою і максимальну частоту, яка була виміряна до застосування фітнес-трекера.

Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес-трекера повинна бути альтернативною сучасним фітнес-трекерам і на відміну від них має забезпечувати гнучкість аналізу даних для досягнення поставлених цілей при виконанні фізичних навантажень. Проектована система також повинна відповідати вимогам до носимих фітнес-трекерів.

## 2.2 Мета створення системи

Мета розробки комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера полягає в автоматизації, забезпеченні надійності і точності вимірювання показників серцевого ритму та рівня насичення крові киснем для гнучкого вибору та адаптації комплексу фізичних вправ.

Для того, щоб досягти мети роботи потрібно провести ряд досліджень та розв'язати множину задач:

- аналіз характеристик та особливостей застосування різних типів фітнес-трекерів для контролю фізичних навантажень;
- аналіз наявних підходів і методів реалізації комп'ютерних систем у вигляді носимих фітнес-трекерів;
- проектування структури комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера;
- обґрунтування вибору сенсорів для вимірювання частоти серцевих скорочень та рівня насичення киснем крові;
- обґрунтування вибору мікроконтролера для керування сенсорами та можливістю запису даних про показники стану організму людини;
- розробка схеми підключення та налаштування компонентів комп'ютерної системи;
- налаштування програмного забезпечення мікроконтролера на системному рівні та організація доступу до безпроводної мережі;

– написання програмного коду для вимірювання показників фізичної активності при заданому рівні фізичного навантаження.

### 2.3 Характеристика об'єкту

Об'єкт, який проектується у кваліфікаційній роботі, повинен відповідати сучасним вимогам до реалізації комп'ютерних систем на основі IoT пристроїв. В основі комп'ютерної системи лежить використання мікроконтролера, який є автономним пристроєм, що здатний керувати периферією.

Периферійними пристроями при реалізації комп'ютерної системи збору та аналізу даних виступають сенсор для вимірювання частоти серцевих скорочень та сенсор для визначення рівня насичення крові киснем. Це можуть бути як окремі пристрої, так і інтегровані між собою сенсори у вигляді єдиного пристрою.

Мікроконтролер повинен забезпечувати можливість локального зберігання даних та передачі їх у сховище, яке розміщується у хмарному сервісі. Тому необхідною умовою при виборі мікроконтролера є наявність інтерфейсу для безпроводної передачі даних, наприклад, WiFi або Bluetooth.

Користувачу повинна бути забезпечена можливість внесення особистих даних та інформації щодо його фізичної активності з подальшим збереження у вигляді CSV-файлу на мікроконтролері.

Заняття фізичною культурою повинні відбуватися із фітнес-трекером, а по їх завершенні інформація, одержана із сенсорів, дописуються у кінець файлу, який відповідає прізвищу чи імені користувача. Якщо користувач вперше застосовує фітнес-трекер при занятті спортом, то дані будуть внесені після створення відповідного файлу і вказання особистої інформації.

Окрім цього, мікроконтролер повинен забезпечувати розрахунок інших показників фізичної форми на основі існуючих даних і прогнозувати у часі тренди щодо досягнення поставлених користувачем цілей.

### 3 Вимоги до системи

#### 3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес-трекера повинна забезпечувати виконання наступних функцій на апаратному рівні:

- можливість фізичного підключення зовнішніх пристроїв до мікроконтролера;
- можливість зчитувати та опрацьовувати дані із сенсора частоти серцевих скорочень;
- можливість фіксувати значення рівня кисню в крові;
- здатність забезпечувати та підтримувати постійний зв'язок з безпроводною мережею;
- можливість забезпечення мікроконтролера автономним носимим джерелом живлення.

Програмний рівень комп'ютерної системи повинен забезпечувати:

- можливість створення та зберігання файлів у форматі CSV
- надання можливості користувачеві вносити дані
- можливість ініціалізації та забезпечення сумісності із зовнішніми пристроями
- можливість програмного зчитування та передачі даних від периферійних пристроїв до мікроконтролера
- здатність фіксувати покази серцевого ритму та кисню в крові
- можливість асинхронного запису та відображення даних на дисплеї фітнес-трекера;
- можливість авторизованого доступу до існуючої WiFi- мережі;
- можливість вимірювати температуру навколишнього середовища;
- здатність візуалізувати дані в процесі аналізу зібраної інформації щодо фізичних навантажень та відповідних показників стану організму.

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

До складу комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера входить мікроконтролер управління та датчики частоти серцевого ритму (пульсу) та рівня насичення крові киснем. Фізичний спосіб підключення такого сенсора до контролера передбачає з'єднання відповідних контактів за допомогою провідників. Протокол і шина, яка використовується при взаємодії цих двох пристроїв, передбачає застосування послідовного інтерфейсу.

Мікроконтролер повинен бути також оснащений модулем, який забезпечував би підтримку безпроводної передачі даних. Це може бути як WiFi, так і Bluetooth модулі, що підтримують відповідні стандарти.

### 3.1.2 Вимоги по діагностуванню системи

Діагностичні заходи перевірки працездатності компонентів комп'ютерної системи збору та аналізу даних, отриманих з фітнес-трекера повинні проводитися у відповідності до розробленого розкладу та у випадку виникнення нештатних ситуацій, або відмові апаратного чи програмного забезпечення.

Такі діагностичні процедури орієнтовані на проведення верифікації відповідності технічних характеристик, зазначених у технічному паспорті компонентів системи та фактичними показниками їх працездатності.

При діагностиці апаратних складових системи здійснюється перевірка правильності підключення провідників та вимірювання значень показників пристрою на його вході та виході, наприклад, номіналів струму та напруги. При цьому можуть застосовуватися зовнішні вимірювальні пристрої.

Перевірка програмного забезпечення передбачає проведення тестування та аналіз файлів логування системи в цілому.

### 3.1.3 Перспективи розвитку, модернізація системи

Перспективами розвитку комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера є імплементація програмного забезпечення, яке забезпечить

надсилання сповіщень користувачу у вигляді звукових повідомлень при перевищенні показників фізичної активності та занадто довгого перебування людини у стані спокою.

Окрім цього, у системі можна реалізувати хмарне рішення, яке давало б змогу накопичувати дані у формі реляційної структури даних з метою подальшого аналізу за допомогою алгоритмів машинного навчання чи статистичних підходів.

#### 3.1.4 Вимоги до надійності системи

Надійність комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера визначається надійністю структурних елементів і розраховується як сумарна характеристика кожного окремо взятого компонента.

Система повинна адекватно реагувати на дії користувача та коректно і точно вимірювати показники серцевих скорочень та рівня насичення киснем крові. При виявленні проблем щодо виходу з ладу пристрою повинні проводитися діагностичні дії, спрямовані на їх усунення.

Система повинна виконувати запис даних у файл. У випадку, коли користувач вже зареєстрований, тобто зберіг свої дані на мікроконтролері, то після заняття фізичною культурою дані дописуються у вже існуючий файл. Якщо користувач вперше займається фізичними навантаженнями з фітнес-трекером, то дані просто записуються у файл після вказання необхідних параметрів.

#### 3.1.5 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

До основних функцій комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера належить вимірювання показників частоти серцевих скорочень та рівня кисню в крові людини.

Проектована система повинна забезпечувати можливість автоматичного запису та зберігання даних щодо фізичних навантажень у файл в форматі CSV. Окрім цього, має бути можливість безпроводної передачі даних за допомогою технології WiFi.



### 3.1.6 Вимоги до апаратного забезпечення

Комп'ютерна система збору та аналізу даних з фітнес трекера на апаратному рівні включає в себе:

- датчик MAX3010 для вимірювання частоти серцевих скорочень і рівня насичення киснем крові;
- блок живлення у вигляді акумуляторних батарей типу AA;
- мікроконтролер Raspberry PI Pico W;
- OLED-екран SSD1306.

### 3.1.7 Вимоги до програмного забезпечення

Програмне забезпечення комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера включає в себе операційну систему та прошивку для керування процесом вимірювання показників ЧСС та рівня кисню в крові, яка написана мовою програмування MicroPython. Середовище, що використовується для написання програмного забезпечення – Thonny IDE.

## 4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ

Комплект документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
  - 1 Схема розташування контактів та принцип роботи MAX3010.
  - 2 Структурна схема Raspberry PI Pico W.
  - 3 Схема підключення компонентів системи.
  - 4 Архітектура комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера.
  - 5 Алгоритм роботи комп'ютерної системи.

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

## 5 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№ Етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1	Розробка і затвердження технічного завдання	01.02-09.02.2024
2	Аналіз технічного завдання	05.02-11.02.2024
3	Аналіз характеристик та вимог до системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера	25.04-03.05.2024
4	Проектування комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера	05.05-20.05.2024
5	Розробка та налаштування програмного забезпечення комп'ютерної системи збору та аналізу даних з фітнес-трекера	20.05-31.05.2024
6	Розробка інструкцій щодо використання комп'ютерної системи	03.06-09.06.2024
7	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.06-15.06.2024
8	Оформлення кваліфікаційної роботи	16.06-20.06.2024
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи	14.06.2024
10	Захист кваліфікаційної роботи	24.06-28.06.2024

## 6 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи

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