

Магістерська дисертація

на тему: Смарт-шолом велосипедиста

Київ – 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра приладобудування

«На правах рукопису»
УДК

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

Ю.В. Киричук

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«__ » 2019 р.

Магістерська дисертація
зі спеціальності Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
на тему: Смарт-шолом велосипедиста

Виконав: студент 2 курсу, групи ПМ – 81МП
(шифр групи)

Фасоля Олександр Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник професор, д.т.н. Киричук Юрій Володимирович
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант Розробка
стартап-проекту
(назва розділу) доцент, д.е.н. Боярінова К.О.
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент нач. сектора ДП «Держ ККБ «ЛУЧ» Заболотний С.Л.
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент

(підпис)

Київ – 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет
Кафедра приладобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.Д. Гераїмчук
(підпись) (ініціали, прізвище)
« » 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Фасолі Олександру Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Смарт-шолом велосипедиста

науковий керівник магістерської дисертації

Киричук Юрій Володимирович, д.т.н., професор

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

затверджені наказом по університету № 3848-с від «07» листопада 2019р

2. Срок подання студентом дисертації 11.12.2019

3. Перелік завдань, які потрібно розробити: огляд матеріалів за темою магістерської дисертації; розробка структурної та електричної схеми пристрою; дослідження роботи пристрою; аналіз та узагальнення результатів дослідження; висновки.

4. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 6.1. Огляд аналогів пристрою – 1 арк. ф. А1; 6.2. Презентаційний лист – 1 арк. ф. А1; 6.3. Складальний кресленик приладу – 1 арк. ф. А1; 6.4 Структурна схема – 1 арк. ф. А1; 6.5. Електрична схема – 2 арк. ф. А1; 6.6. Лист результатів експериментальних дослідження – 2 арк. ф. А1.

5. Орієнтовний перелік публікацій: «Система керування дельта робота», «Смарт-шолом велосипедиста».

6. Консультант розділу дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Розробка стартап-проекту</i>	Бояринова К.О. д.е.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 29.10.19

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів дисертації	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням	29.10.19-31.10.19	
2.	Огляд матеріалів за темою дисертації	31.10.19-05.11.19	
3.	Розробка принципової схеми	05.11.19-11.11.19	
4.	Розробка конструкції пристрою	11.11.19-18.11.19	
5.	Виконання експериментальних досліджень	18.11.19-25.11.19	
6.	Розробка стартап-проекту	25.11.19-02.12.19	
7.	Оформлення текстової та графічної частини	02.12.19-09.12.19	
8.	Представлення роботи на перевірку науковому керівнику	09.12.19-13.12.19	
9.	Передача роботи на перевірку збігів/схожості текстів	13.12.19	

Студент

Науковий керівник дисертації

(підпис)

(підпис)

О.І. Фасоля

(ініціали, прізвище)

Ю.В. Киричук

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається з 103 сторінок, на яких розміщено 33 рисунки, 36 таблиць та 29 джерел.

Актуальність: на даний момент в зв'язку з поширенням використання велосипедного транспорту є актуальним розробка та впровадження пристрій, функція яких буде полягати забезпечені та попереджені настання аварійних ситуацій при русі в міському трафіку.

Мета магістерської дисертації: вибір оптимального способу закріплення пристрою, підвищення точності в роботі розробленої моделі.

Завдання:

1. Виконати огляд гаджетів для велосипедистів, коротка характеристика.
2. Розробка структурної схеми та розробка алгоритму роботи пристрою.
3. Огляд та вибір основних компонентів для реалізації моделі пристрою.
4. Експериментальне дослідження роботи та обрання способу закріплення створеної моделі.
5. Аналіз отриманих даних в результаті проведення експерименту.

Об'єкт: пристрій для попередження аварійних ситуацій при пересуванні на велосипеді містом за умов поганої видимості.

Предмет: розробка алгоритму роботи пристрою для велосипедистів, що дозволить інформувати заздалегідь інших учасників руху про наміри велосипедиста.

Наукова новизна: полягає у проектуванні та конструюванні пристрою, який допоможе підвісити безпеку в момент руху на велосипеді в міському потоці транспорту.

Публікації: в науково-технічних конференціях «Погляд у майбутнє приладобудування», «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні».

Результати роботи було опубліковано у матеріалах 2 конференціях.

ABSTRACT

The master's dissertation consists of 103 pages, which contain 33 drawings, 36 tables and 29 sources.

The urgency: Currently, due to the increasing use of bicycle transport, the development and implementation of devices, the function of which will be secured and prevention of accidents when driving in urban traffic, is relevant.

The purpose of the master's dissertation: choice of the optimal method of fixing the device, improving the accuracy in the work of the developed model.

Task:

1. Perform a review of cycling gadgets, a brief description.
2. Development of the block diagram and development of the algorithm of the device.
3. Overview and selection of the main components for the implementation of the device model.
4. Experimental study of the work and choosing the method of fixing the created model.
5. Analysis of the data obtained as a result of the experiment.

Object: A device for preventing accidents when cycling in the city in poor visibility.

Subject: Development of an algorithm for cycling device operation that will inform in advance other road users about the cyclist's intentions.

Scientific novelty: is the design and construction of a device that will help increase safety while cycling in an urban traffic stream.

Publications: in scientific and technical conferences «Looking into the future of instrument making», «Efficiency of engineering decisions in instrument making».

The results of the work were published in two conferences.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ	11
1.1. Датчик падіння від ICE	11
1.2. Велошолом Lumos	12
1.3. Замок Bitlock	13
1.4. Навігація для велосипедистів Blubel	14
1.5. Велошолом COROS SafeSound Urban	15
1.6. Хайтек рукавиці велосипедиста Zackees'	16
1.7. Висновки до першого розділу	17
2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	18
2.1. Розробка структурної схеми пристрой	18
2.2. Вибір основних компонентів пристрою	19
2.2.1. Вибір мікроконтролера	20
2.2.2. Вибір акселерометра	24
2.2.3. Вибір радіо модуля.....	26
2.2.4. Вибір світлового індикатора	29
2.3. Розробка електронної схеми з'єднань	31
2.4. Математична модель акселерометра	37
2.6. Висновки до другого розділу	41

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Фасоля			
Перевір.	Киричук			
Реценз.				
Н. Контр.				
Затверд.	Киричук			

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

*Смарт-шолом
велосипедиста*

Літера	Аркуш	Актуальне
	7	103

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	43
3.1. Підготовка експерименту	43
3.2. Виконання експерименту та обробка результатів.....	46
3.3. Висновок до третього розділу	60
3. СТАРТАП-ПРОЕКТ.....	62
4.1. Опис ідеї проєкту	62
4.2. Технологічний аудит ідеї проєкту.....	65
4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проєкту.....	66
4.4. Розроблення ринкової стратегії проєкту	74
4.5.Розроблення маркетингової програми стартап-проєкту	76
4.6. Висновки до четвертого розділу.....	80
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	83
ДОДАТКИ	86
Додаток А.....	86
Додаток Б	97

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.
8

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

МК – мікроконтролер;

МП – мікропроцесор;

ОЗУ – оперативна пам'ять;

ПЗУ – постійна пам'ять;

m_i - маса чутливого елемента, кг;

\vec{w}_i - абсолютне прискорення, м/с²;

\vec{F}_i - головний вектор зовнішніх сил;

c_i - коефіцієнти жорсткого пружного підвісу;

\vec{r}_i - радіус-вектор відносного зміщення центра мас чутливого елемента;

f_i - коефіцієнти демпфування;

$\vec{\omega}$ - кутова швидкість;

$\vec{\rho}_i$ - радіус-вектор, що з'єднує центр мас з початком координат;

$\vec{\varepsilon}$ - кутове прискорення;

B_{ax}, B_{ay}, B_{az} - нулеві сигнали;

S_{ax}, S_{ay}, S_{az} масштабний коефіцієнт;

n_{ax}, n_{ay}, n_{az} - випадковий шум.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

9

ВСТУП

Зараз у світі набирає широкої популярності тенденція збереження навколошнього середовища. Один з аспектів збереження екології є використання для пересування транспорту, який в результаті свого функціювання не забруднює навколошній світ та не виробляє шкідливі викиди до атмосфери при функціюванні.

До транспорту, що описаний вище відноситься велосипед. При використанні цього виду транспорту користувач забезпечує зменшення шкідливих викидів до атмосфери, а також поліпшення фізичного стану, оскільки для приведення цього виду транспорту необхідно прикладати фізичне зусилля.

При використані велосипеду у місті в момент руху дорогами загального використання для забезпечення безпеки велосипедиста застосовується велошолом, який у разі настання аварійної ситуації має зменшити травмування.

Зі швидким розвитком технологій з'явилася необхідність у створення пристрою, який виконуватиме основну функцію, як захист велосипедиста, так додання додаткового функціоналу. Додаткові функції повинні попереджувати настання аварійної ситуації.

Тому є потреба розробки додаткових пристройів для велосипедистів, які дозволять збільшити рівень безпеки в момент руху велосипедом містом та залишатиметься високо технологічним пристроєм.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						10

1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

З розвитком техніки та технологій було розроблено велику кількість пристрійв для велосипедистів, які виконують різні функції, наприклад:

- пристрій для індикації напрямку руху велосипедиста;
- пристрій для навігації;
- бортові комп’ютери;
- пристрій для моніторингу активності велосипедиста та інші.

Основними принципами, які повинні зберігатися при розробці пристрійв для велосипедистів є безпечність, функціональність та сучасність.

Виконаємо огляд пристрійв, які позиціонують себе як пристрій для велосипедистів.

1.1. Датчик падіння від ICE

Конструкція датчика розроблена таким чином, що дозволяє встановити його на шоломи провідних виробників (див. рис. 1.1). В разі настання аварійної ситуації, а саме падінні або аварії датчик надсилає сигнал до смартфону на якому встановлено додаток, який надсилає сигнал тривоги. Сигнал тривоги відправляється у тому випадку, якщо велосипедист за відведений час після падіння не зайде до додатку та не відмінить відправлення інформації. Тобто, у випадку, якщо користувач втратив свідомість у наслідок падіння з велосипеду, то він гарантовано отримає допомогу. Перевагою даного пристрою, окрім швидкого інформування про настання аварії, також надсилаються GPS-координати місця аварії, що дозволяє місце знаходження людини, яка потрапила у аварію та потребує негайної допомоги.

Запропонований пристрій підвищує шанси на отримання допомоги, якщо велосипедист потрапив в аварію та втратив свідомість. Цей гаджет дозволяє скоротити час на пошук потерпілого.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						11



Рисунок. 1.1. Датчик падіння

1.2. Велошолом Lumos

Велошолом зі вбудованою індикацією (див. рис. 1.2), що інформує учасників руху про наміри велосипедиста.

На передній частині встановлено білу діоду стрічку, яка забезпечує освітлення проїжджої частини дороги в напрямку погляду велосипедиста та виділяє велосипедиста для зустрічного транспорту.

На задній частині шолома розташовані вказівники повороту. Для включення сигналу повороту використовується контролер з бездротовим зв'язком, який встановлено на кермі. Також контролер має світлову та звукову індикацію – це нагадує про необхідність виключення сигналу по завершенню маневру.

Цей пристрій не тільки підвищує видимість велосипедиста, а й інформує усіх учасників дорожнього руху про запланований маневр.

Напевно це найбільш необхідний гаджет для запобігання настання аварійної ситуації при пересування містом. Бо потрібно не лише забезпечувати безпеку при настанні аварійної ситуації, а також необхідно проводити заходи для зменшення можливостей настання даних ситуацій.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						12



Рисунок 1.2. Велошолом Lumos

1.3. Замок Bitlock

Bitlock – це пристрій, який поєднує в собі функції замка та трекера. Відкривається через додаток або введення коду. Проводить слідкування за активністю та може надсилати точні координати місце знаходження.

Батарея пристрою розрахована на 10000 відкриванню/закриванню. Цього достатньо для 5 років використання батареї.

Bitlock використовує шифрування, яке використовується в банківських системах. Bitlock виготовляється з підсиленої та термічно обробленої сталі.

Наданий час додаток підтримується на пристроях під керуванням операційної системи Android та IOS.

А також, Bitlock призначений для використання при різних погодних умовах. Внутрішні компоненти герметичні та захищені від зовнішньої дії, а пристрій має змогу працювати у широкому температурному діапазоні.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						13



Рисунок 1.3. Замок Bitlock

1.4. Навігація для велосипедистів Blubel

Це інноваційний пристрій, який з'єднується із смартфоном за допомогою Bluetooth та використовується як пристрій, що вказує напрямок за яким можливо дістатися від однієї до іншої точки.

Пристрій Blubel (рис. 1.4) виглядає, як велосипедний дзвоник, що обладнаний по колу 12-ма світловими індикаторами.



Рисунок 1.4. Пристрій навігації Blubel

Пристрій підключається до смартфону, який в свою чергу має бути підключений супутникової навігації. Потім у спеціальному додатку задається маршрут руху, після чого смартфон можна сховати. І далі потрібно слідувати напряму, який вказують індикатори на пристрой, а також Blubel обладнаний звуковим сигналом, що заздалегідь попереджує про поворот.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.
14

У випадку виконанні невірного маневру, пристрій може перебудувати маршрут.

Завдяки відсутності дисплею та використанню індикаторів пристрій має гарну видимість в будь-який час, будь то денний або нічний час доби.

Навігація даного пристрою працює у будь-якому коточку планети.

1.5. Велошолом COROS SafeSound Urban

Велошолом від COROS (рис. 1.5) обладнаний гарнітурою для прослуховування музики та відповіді на вхідні дзвінки.

Велосипедист має змогу не відволікаючись від процесу їзди прослуховувати аудіо файли та приймати вхідні дзвінки. Також пристрій обладнаний в задній частині світловим індикатором, що робить велосипедиста видимим для інших учасників дорожнього руху.



Рисунок 1.5. Велошолом COROS SafeSound Urban

До шолому додається пульт керування, який встановлюється на кермо велосипеда поруч з органами керування. За допомогою пульта можна прийняти/відхилити дзвінок та переключити музикальний файл.

Пристрій з'єднується з смартфоном при використанні Bluetooth.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

15

1.6. Хайтек рукавиці велосипедиста Zackees'

Це рукавиці для велосипедистів (рис. 1.6), що обладнані 54 діодами, датчиком та мікропроцесором для того, щоб інформувати інших учасників руху про запланований маневр.



Рисунок 1.6. Рукавиці для велосипедиста від Zackees'

Гаджет поєднує в собі функціональний та моду. Рукавиці оснащені дихаючим спандексом і обладнані зручними шкіряними долонями та вбудованим акумулятором.

Пристрій реагує на жести велосипедиста. Тобто, для того щоб активувати пристрій достатньо розвернути руку долонею до напрямку руху.

А також, пристрій обладнаний батареєю, яку можна заряджати використовуючи USB кабель.

Недоліком цього пристрою можна вважати спрацьовування пристрою при випадкових рухах рукою.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.
16

1.7. Висновки до першого розділу

Через стрімкий розвиток науки та техніки зараз спостерігається на ринку збільшення кількість пристройв, що допомагають уbezпечити велосипедиста.

Є пристрої, які зменшують наслідки у результаті потрапляння у аварійну ситуацію, попереджують настання аварійної ситуації.

Тому на мою думку слід зосередити увагу на проектуванні та розробці пристройв, які будуть максимально попереджувати травматичні ситуації, що виникають при русі міськими дорогами.

Після проведення огляду гаджетів для велосипедистів, які забезпечують підвищення безпеки велосипедиста під час руху містом, було вирішено розробити пристрій, що буде виконувати індикацію намірів велосипедиста, тобто напрямок повороту та момент початку гальмування.

Пристрій повинен містити пульт керування, світлові індикатори та дисплей, на який повинна виводитись корисна інформація для велосипедиста.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

17

2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Розробка структурної схеми пристрой

Планується розробити пристрій, що буде складатися з двох складових частин. Перша частина – це пульт керування пристрою, а друга – шолом з індикаторами велосипедиста.

На рис. 2.1 наведено структурну схему смарт-шолому велосипедиста.

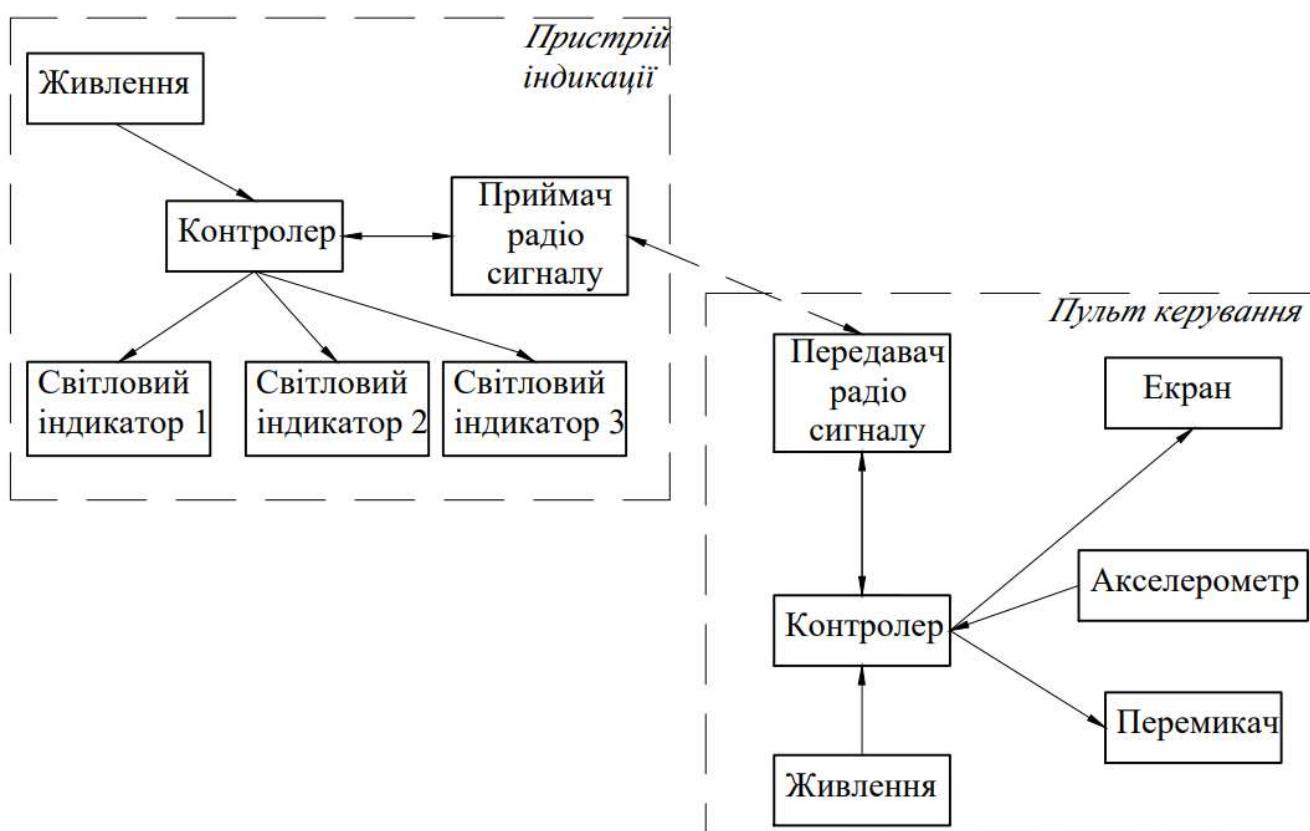


Рисунок 2.1. Структурна схема смарт-шолому велосипедиста

Пульт керування має бути обладнаний органами для керування пристроєм та дисплеєм, що буде передавати користувачу інформацію про роботу пристрою. Головним компонентом, який має проводити аналіз інформації та передає керуючий сигнал є контролер.

Щоб проводити індикацію процес зупинки велосипедиста без надання керуючого сигналу на виконання, тобто пристрій повинен самостійно без втручання користувача визначати момент гальмування. Для вирішення цієї задачі

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						18

можна відслідковувати значення прискорення. Мається навазі, якщо значення прискорення починає зменшуватися, тобто велосипедист починає гальмувати і потрібно ввімкнути сигнал зупинки.

Значення прискорення можливо проводити за допомогою акселерометру. Його планується розмістити в пульти керування, оскільки планується його жорстко закріпити на кермі велосипеда. Встановлення акселерометру на шоломі, при русі може вносити не бажану похибку, бо можливі різкі рухи головою.

Для того, що розробити пристрій компактним та зручним для користування при їзді на велосипеді потрібно забезпечити зв'язок між пультом керування та безпосередньо шоломом використовуючи бездротове з'єднання для передачі керуючого сигналу.

На шоломі встановлюється світлові індикатори, які повинні інформувати інших учасників руху про наміри велосипедиста чи напрямок повороту, чи початок зупинки. Керуючий сигнал на ввімкнення надходить від контролера.

Шолом поєднаний з пультом керування за допомогою двох радіо модулів. Один з них з'єднаний з контролером пульти керування та виконує функцію передавача радіо сигналу, другий модуль розташований на шоломі та виступає у ролі приймача сигналу, тобто очікує керуючого сигналу від пульти керування. Отриманий сигнал приймач надає контролеру, який виконує відповідну до сигналу дію.

2.2. Вибір основних компонентів пристрою

Планується, що модель пристрою має відповідати переліку наступних основних вимог:

- була простою у складані, тобто містилося оптимальна кількість компонентів;
- для живлення використовувалася напруга живлення рівна 5 В;
- зберегти співвідношення ціни до якості;
- обрати компоненти, які забезпечать стійку роботу пристрою.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.
19

2.2.1. Вибір мікроконтролера

Оскільки, пристрій повинен зберігати компактні розміри та мати достатню кількість виводів введення/виведення, для підключення основних компонентів, які використовується в проекті.

Вибір було зроблено на користь мікроконтролеру, а не на – мікропроцесору, бо перший має більше суттєвих переваг для створення електронних проектів, які потребують постійного контролю з боку користувача.

Мікроконтролер (МК) – це комп’ютер, який розташований на одній інтегральній схемі. Він складається оперативної пам’яті (ОЗУ), постійної пам’яті (ПЗУ), ядра процесора та виводів, які призначені для виконання поставлених задач [6].

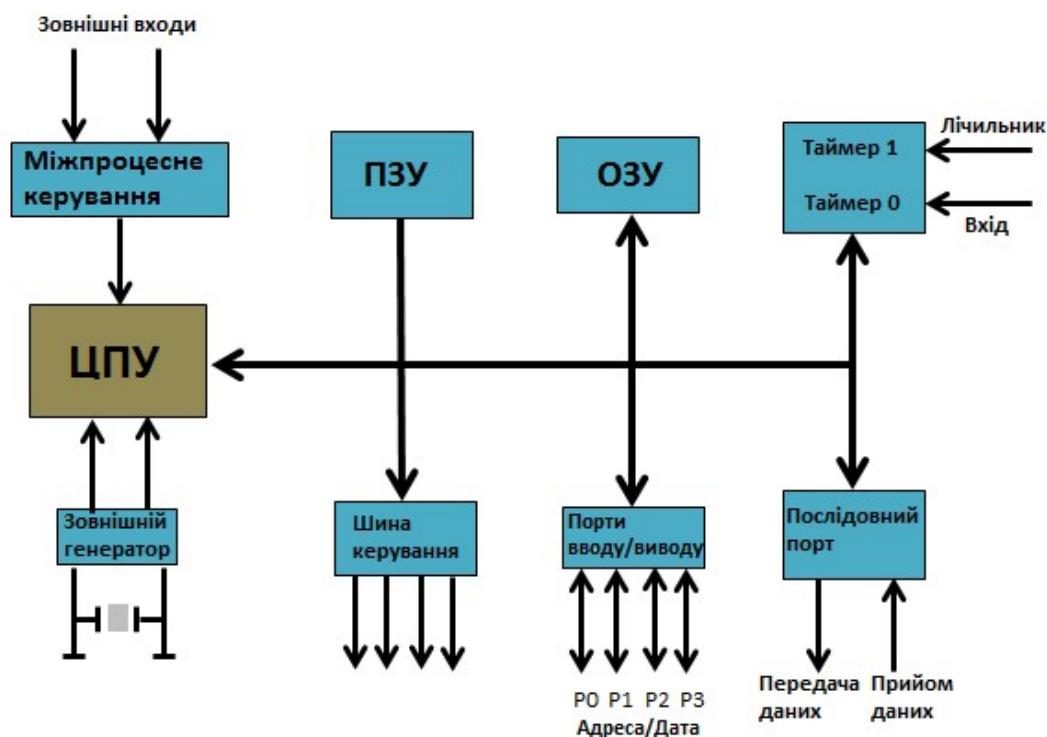


Рисунок 2.2. Структурна схема мікропроцесора

Мікропроцесор (МП) – це електронний пристрій, що має змогу зберігати та оброблювати інформацію, який включає в себе декілька інтегральних схем та не має периферійних пристройів. Основне завдання мікропроцесору залежить від підключених периферійних пристройів [6].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

20

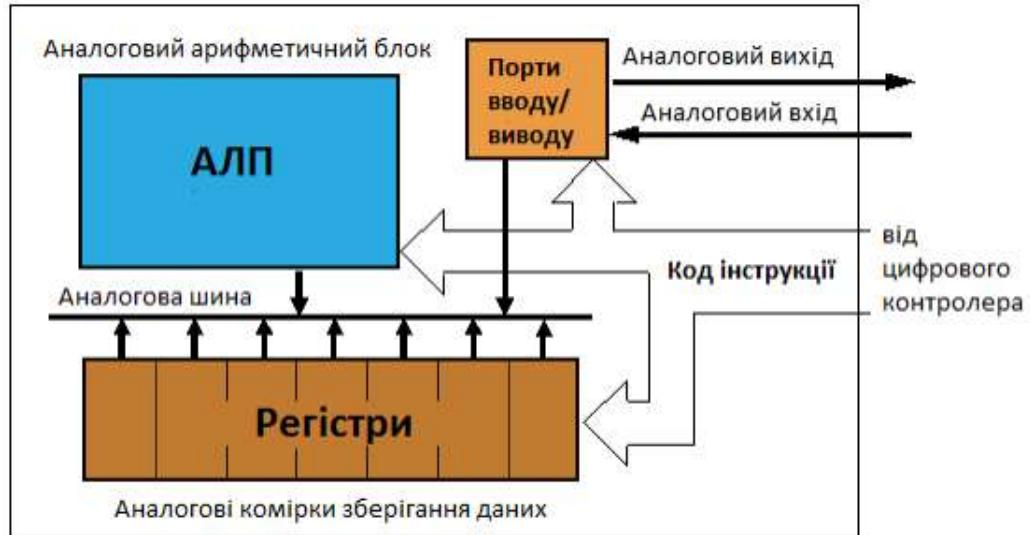


Рисунок 2.3. Структурна схема мікропроцесору

Для створення електронного пристрою мікроконтролер має ряд переваг, які наведені в [6]:

- усі периферійні пристрої МК розміщені на одній мікросхемі, тобто він компактний;
- МК мають низьке енергоспоживання;
- МК побудовані на гарвардській архітектурі. Данні та програма зберігаються в різних частинах пам'яті, тому МК працює швидше ніж МП;
- вартість МК набагато нижча, ніж у МП.

За свою доступністю та функціональністю було обрано МК ATMega 328 (рис. 2.4).

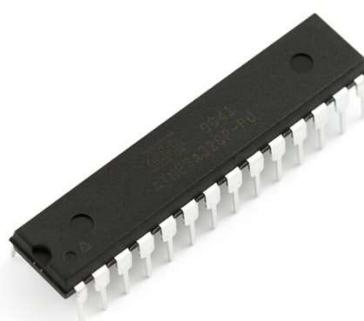


Рисунок 2.4. Мікроконтролер ATMega 328

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						21

Мікроконтролер побудований на архітектурі RISC. Його розрядність дорівнює 8-ми бітам, а також даний МК з низьким енергоспоживанням. МК може проводити до 1-го мільйона інструкцій за секунду при частоті циклу, що виконується рівній 1 МГц.

В таб. 2.1 наведено основні параметри ATMega 328.

Таблиця 2.1 – Параметри ATMega 328

<i>№ n/n</i>	<i>Назва параметру</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Об'єм флеш-пам'яті	32 Кбайт
2.	Максимальна частота	20 МГц
3.	Кількість каналів	16
4.	Кількість ліній введення/виводу	32
5.	Джерела переривання	зовнішнє та внутрішнє

В якості інтегральної схеми, на якій встановлено мікроконтролер ATMega 328 обрано платформу Arduino.

Дана платформа вибрана, оскільки вона має наступні переваги:

- простота у кодуванні;
- платформа має відкритий код та розширену програмну складову;
- доступність платформи.

Вище перелічені пункти дозволяють Arduino бути популярним та мати широке застосування для прототипування.

На сьогоднішній день представлена різні варіанти виконання Arduino. Різниця між ними полягає у габаритних розмірах та кількості портів введення/виведення.

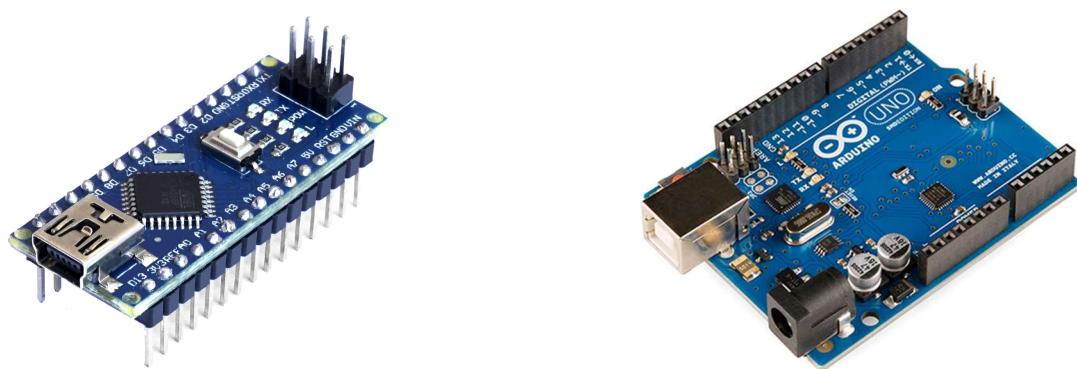
В пристрої використовується Arduino Nano та Uno (рис. 2.5 а, б), бо вони мають невеликі габаритні розміри, що дозволяє зробити пристрій якомога компактніше, і достатню кількість виводів для підключення інших компонентів, які використовуються.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						22

Характеристики платформи Arduino Nano та Uno наведенні в табл. 2.2 [4].

Таблиця 2.2 – Загальні характеристики Arduino Nano та Uno

<i>№ n/n</i>	<i>Назва параметру</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Мікроконтролер	ATMega328
2.	Робоча напруга	5 В
3.	Вхідна напруга (рекомендована)	7-12 В
4.	Вхідна напруга (гранична)	20 В
5.	Цифрові входи/виходи	14
6.	Аналогові входи	6
7.	Вхідний/вихідний постійний струм	40 мА
8.	Флеш-пам'ять	32 кбайт
9.	ОЗУ	2 кбайт
10.	Тактова частота	16 МГц



(a)

(б)

Рисунок 2.5. Зображення Arduino: а) Nano; б) Uno

На рис. 2.6 представлена схема Arduino Nano. З цієї схеми можна побачити, що цифрові виводи (D0 . . . D13) розташовані з правого боку, а аналогові виводи

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						23

(A0 . . . A7) – з іншого боку. Також, плата має виводи для живлення 5 та 3,3 В та USB – порт для зручного підключення до комп’ютера.

Програмування відбувається із використання яzikів програмування таких, як Python або C/C++.

Arduino Nano є мозком всього пристрою. Вона отримує сигнал від акселерометра та радіо модуля і у відповідь надсилає керуючий сигнал на виконання поставленого завдання.

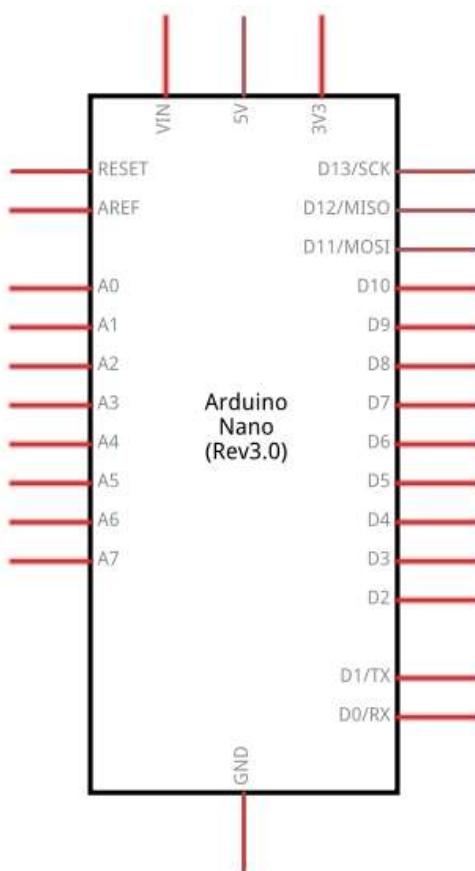


Рисунок 2.6. Схема контролера Arduino Nano

2.2.2. Вибір акселерометра

Акселерометром називають датчик, який використовується для вимірювання величини прискорення. Вони бувають двох або трьох осьові, тобто вимірювання відбувається за напрямком двох чи трьох осей.

При роботі акселерометр отримує значення двох видів:

- 1) статична сила, що виникає в результаті дії сили земного тяжіння;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

24

2) прискорення, що виникає в процесі руху об'єкту в просторі [12].

Прискорення – це характеристика об'єкту, що виникає при дії на нього зовнішніх сил. Дано характеристика пов'язана з переміщенням та швидкістю через похідну функцію.

Для розробленого пристрою було обрано акселерометр ADXL345 (рис. 2.7). Це мініатюрний, трьох осьовий акселерометр, який має високе розширення (13 біт) та максимальним значенням діапазону вимірювання $\pm 16g$. Результати вимірювання надаються в цифровому вигляді, а саме шістнадцяти розрядними числами. Підключення здійснюється за допомогою SPI або I²C інтерфейсів.

ADXL345 використовується в мобільних пристроях. Розглядиний акселерометр здатний вимірювати статичне прискорення, яке викликано земним тяжінням та динамічного прискорення, що виникає в результаті руху або удару. Розширення цього мініатюрного пристрою рівне $4 \times 10^{-3} g/LSB$, що в свою чергу дає змогу виконувати вимірювання при відхиленні менше ніж на 1° [13].

Пристрій було використано для побудови пристрою по причині того, що він має достатньо невеликі розміри, виконує вимірювання в широкому діапазоні та передає отримані результати у цифровому вигляді.

Основні характеристики акселерометра ADXL345 вказано в табл. 2.3.

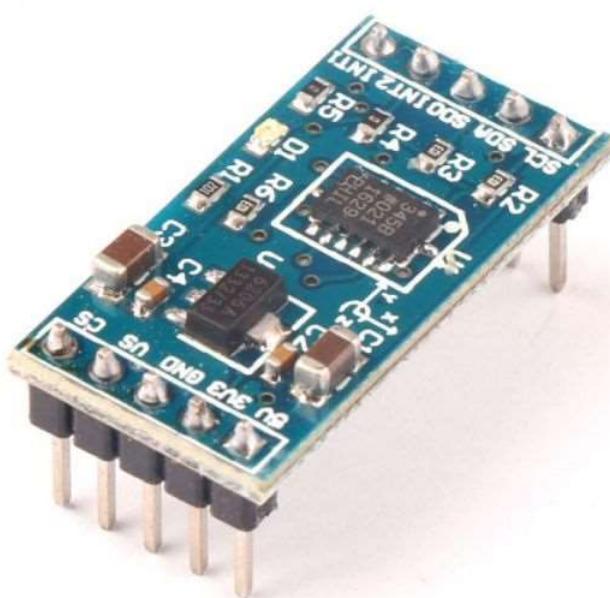


Рисунок 2.7. Загальний вигляд акселерометра ADXL345

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

25

Таблиця 2.3 – Основні характеристики акселерометра ADXL345

<i>№ n/n</i>	<i>Назва параметру</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Робоча напруга	3,3 - 5 В
2.	Енергоспоживання	23 мкА
3.	Кількість виводів	10
4.	Результат вимірювання	у вигляді шістнадцяти розрядних чисел
5.	Діапазон вимірювання	від $\pm 2g$ до $\pm 16g$
6.	Інтерфейс підключення	SPI або I ² C
7.	Габаритні розміри	3 мм \times 5 мм \times 1 мм
8.	Температурний діапазон	-40...85 °C

2.2.3. Вибір радіо модуля

Для того, щоб пристрій був компактний та мобільний слід виконати з'єднання між пультом керування за допомогою бездротового способу. Щоб досягти цієї мети потрібно встановити передавач, який буде виконувати передачу керуючого сигналу від пульта керування до шолома, де має бути встановлений приймач цього сигналу.

Було обрано для виконання завдання бездротового з'єднання модуль радіо зв'язку NRF24L01+ (рис. 2.8). Даний модуль проводить передачу інформації на частоті ГГц та заснований на чіпі від Nordic Semiconductor nRF24L01+, підтримує передачу даних до 2 Мбіт/с, має можливість працювати на 126 каналів.

На модулі розташована основна мікросхема nRF24L01+, поруч встановлено кварцовий резонатор, антена та електрична обв'язка. Зв'язок здійснюється у

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	26

двоканальному режимі по інтерфейсу SPI (Serial Peripheral Interface), для цього використовується восьми контактний роз'єм [15].



Рисунок 2.8. Загальний вигляд модуль радіо зв'язку NRF24L01+

Загальні характеристики та призначення основних контактів обраного модулю радіо зв'язку на ведено в табл. 2.4. та 2.5.

Таблиця 2.4 – Основні характеристики модуль радіо зв'язку NRF24L01+

<i>№ n/n</i>	<i>Назва параметру</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Напруга живлення	1,9 – 3,6 В
2.	Потрібний струм при потужності 0 dBm	11,3 мА
3.	Потрібний струм при передачі 2 Мбіт	13,5 мА
4.	Частота	2,4 ГГц
5.	Швидкість передачі	250 кбіт, 1 Мбіт або 2 Мбіт
6.	Габаритні розміри	29 мм x 16 мм x 11 мм
7.	Гранична температура повітря	-40...85 °C
8.	Модуляція	GFSK

Таблиця 2.5 – Основні призначення основних контактів NRF24L01+

<i>№ n/n</i>	<i>Назва контакту</i>	<i>Опис</i>
1.	GND	заземлення
2.	VCC	живлення модуля
3.	CE	включення радіоканалу
4.	CSN (Chip Select Not)	активний низький рівень. Якщо встановлений низький рівень, то модуль відповідає на SPI команди.
5.	SCK	такти шини SPI, до 10 МГц
6.	MOSI	використовується для передачі даних від мікроконтролера до пристрою
7.	MISO	використовується для передачі даних з пристрою до мікроконтролер
8.	IRQ	сигнал для запиту переривання

Радіо модуль NRF24L0+ дає можливість зв'язати пристрой радіоканалом передачі даних. Він виконує всі функції перетворення проводового інтерфейсу SPI в радіосигнал, містить приймач, передавач і мініатюрну антенну. На рис. 2.9 зображено принципову схему модулю.

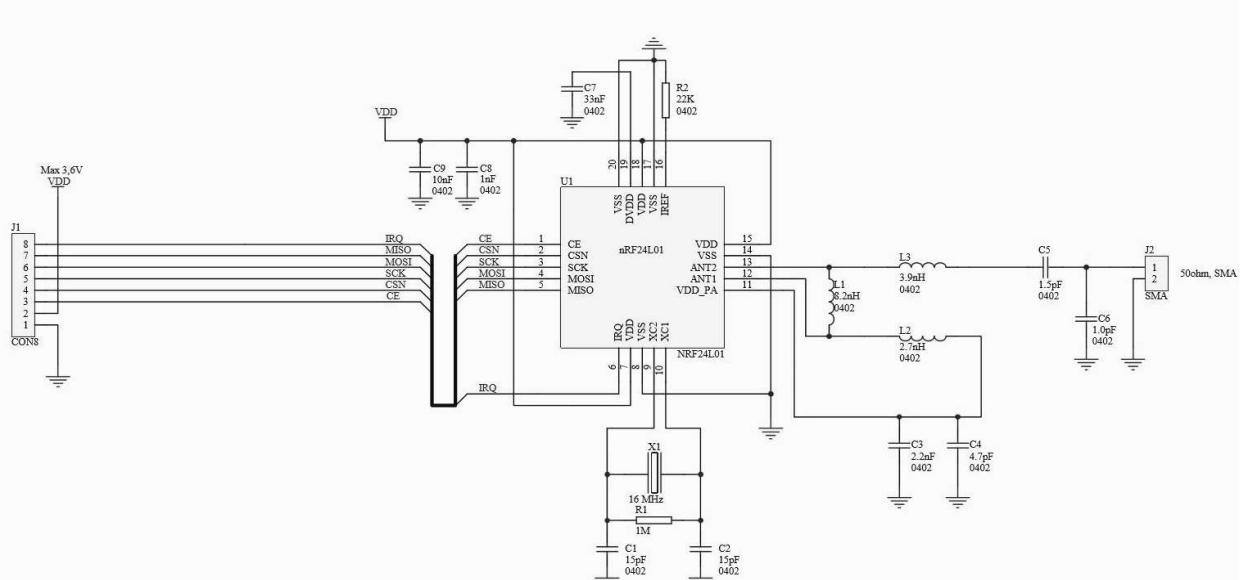


Рисунок 2.9. Принципова схема радіо модуль NRF24L0+

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.
28

Завдяки NRF24L01+ стає можливим вирішити технічні проблеми простий телемеханіки та збору даних з датчиків. Це знаходить застосування в охоронно-пожежній сигналізації, в системах «розумний будинок», пристроях централізованого збору інформації та інших.

Також, що забезпечити стабільну роботу модуля додатково використовується адаптер питання (рис. 2.10), що перетворює вхідну напругу рівну 5 В на напругу 3,3 В.



Рисунок 2.10. Загальний вигляд адаптеру живлення

2.2.4. Вибір світлового індикатора

Світловий індикатор встановлюється на шолом та відображає наміри велосипедиста, а саме напрямок задуманого повороту, стоп-сигнал та ходові вогні для виділення місця положення в потоці при поганій видимості.

Оскільки, напруга живлення пристрою буде рівною 5 В обрано адресну світлодіодну стрічку WS2812 (рис. 2.11).



Рисунок 2.11. Загальний вигляд адресної світлодіодної стрічки WS2812

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						29

WS2812 – це стрічка на якій розпаяні RGB світлодіоди. Даний світлодіод відрізняється від інших тим, що він є адресним, тобто можливо виконувати кожним світлодіодом в схемі окремо. Завдяки цьому можна створити унікальне відображення інформації за допомогою цієї стрічки.

Адресна стрічка має чотири контакти: живлення заземлення, дані на вході та дані на виході. Ідея полягає в тому, щоб подавати на ланцюг цих світлодіодів живлення, відправляти дані с контролера і світлодіоди загоряться [18].

На рис. 2.12 наведено електронну схему адресної стрічки світлодіодів.

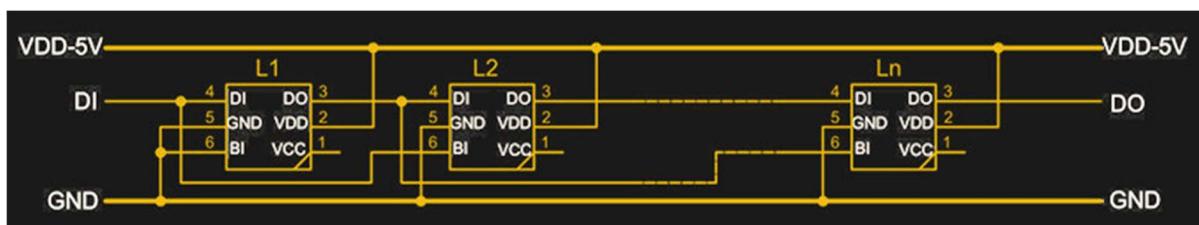


Рисунок 2.12. Електронна схема адресної стрічки

Загальні характеристики та призначення основних контактів обраної адресної світлодіодної стрічки WS2812 на ведено в табл. 2.6. та 2.7.

Таблиця 2.6 – Основні характеристики адресної світлодіодної стрічки WS2812

<i>№ n/n</i>	<i>Назва параметру</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Напруга живлення	3,5 – 5,3 В
2.	Максимальний струм	60 мА
3.	Інтенсивність червоного кольору	550-700 мКд
4.	Інтенсивність зеленого кольору	1100-1400 мКд
5.	Інтенсивність синього кольору	200-400 мКд
6.	Гранична температура повітря	-55...150 °C

Таблиця 2.7 – Основні призначення основних контактів адресної світлодіодної стрічки WS2812

№ n/n	Назва контакту	Опис
1.	GND	заземлення
2.	VCC	живлення модуля
3.	DI	вхідний керуючий сигнал
4.	DO	вихідний керуючий сигнал

Також, обрана адресна стрічка має захист за стандартом IP67, то вона захищена від потрапляння води. Цей параметр являється суттєвим тому, що її буде встановлено зовні на шоломі велосипедиста і на неї буде впливати навколишнє середовище.

2.3. Розробка електронної схеми з'єднань

По причині того, що під час роботи пристрою відбувається збір інформації з датчику, а саме акселерометру, та виконується передача керуючого сигналу за допомогою радіо модулю доцільно в якості головного пристрою для обробки інформації використовувати мікроконтролер.

Даний пристрій для велосипедистів можна умовно поділити на дві частини: перша – це пульт керування, де розміщені основні компоненти для отримання інформації від користувача, а друга – це пристрій індикації, який обладнана світловими індикаторами.

До пульта керування встановлено акселерометр, перемикачі для включення сигналів та інтерфейс дисплею, щоб користувачу надавалася інформація про швидкість руху і повторювачі ввімкненого сигналу.

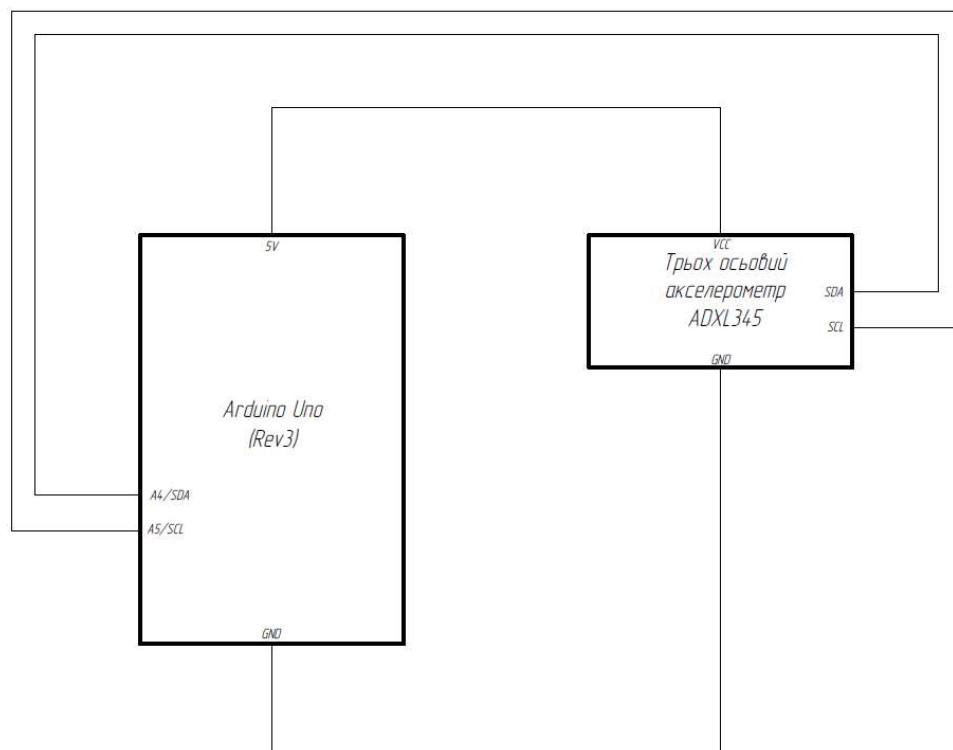
На пристрой індикації встановлюються індикатори, які отримуючи відповідний керуючий сигнал відображають інформацію для інших учасників руху.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	31

Для того, щоб визначати момент початку гальмування в схемі, що розробляється буде використовуватися акселерометр. Це датчик, який виконує визначення статичного (прискорення земного тяжіння) та динамічного (прискорення, яке виникає при зміні положення об'єкта) прискорення.

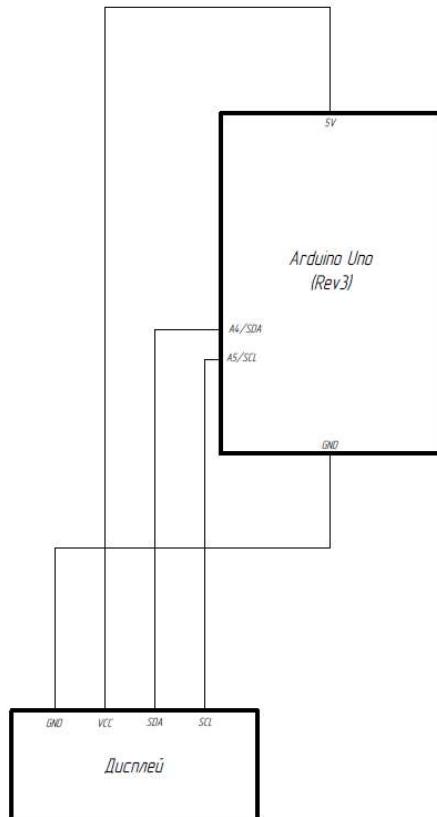
Контролер, що встановлений у пульті керування постійно отримує інформацію від акселерометра про значення прискорення. Як тільки вона починає зменшуватися, тобто велосипедист починає зупинятися контролер відправляє за допомогою модулю радіо зв'язку надсилає сигнал до іншого контролера, що встановлений на шоломі та виконує функцію керування адресними світлодіодними стрічками. Після отримання сигналу контролер в пристрой індикації вмикає стоп-сигнал. Як тільки прискорення перестає зменшуватися сигнал припиняє передаватися і відповідно стоп-сигнал вимикається.

Підключення до контролера акселерометра та дисплею (рис. 2.13 а, б) здійснено за допомогою інтерфейс I²C / IIC (Inter-Integrated Circuit).



(a)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



(б)

Рисунок 2.13. Схема електричних з'єднань: а) акселерометра; б) дисплею

I^2C / ПІС (Inter-Integrated Circuit) – це протокол послідовного підключення низькорівневих пристройів див. рис. 2.14. I^2C протокол використовує 8-бітну шину, вона використовується для передачі керуючого сигналу та адресації компонентів [20].

Цей інтерфейс користується попитом, оскільки:

- дозволяє з'єднувати між собою контролер та датчик використовуючи лише два проводи SCL (лінія синхронізації) та SDA (лінія даних);
- можливо з'єднати декілька пристройів одночасно, бо кожен пристрій має свій унікальний ідентифікатор;
- для управління усіма підключеними пристроями достатньо використовувати лише один мікроконтролер;
- можливо підключити будь-який мікроконтролер до пристройів при використанні I^2C , навіть якщо у нього немає спеціального інтерфейсу.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

33

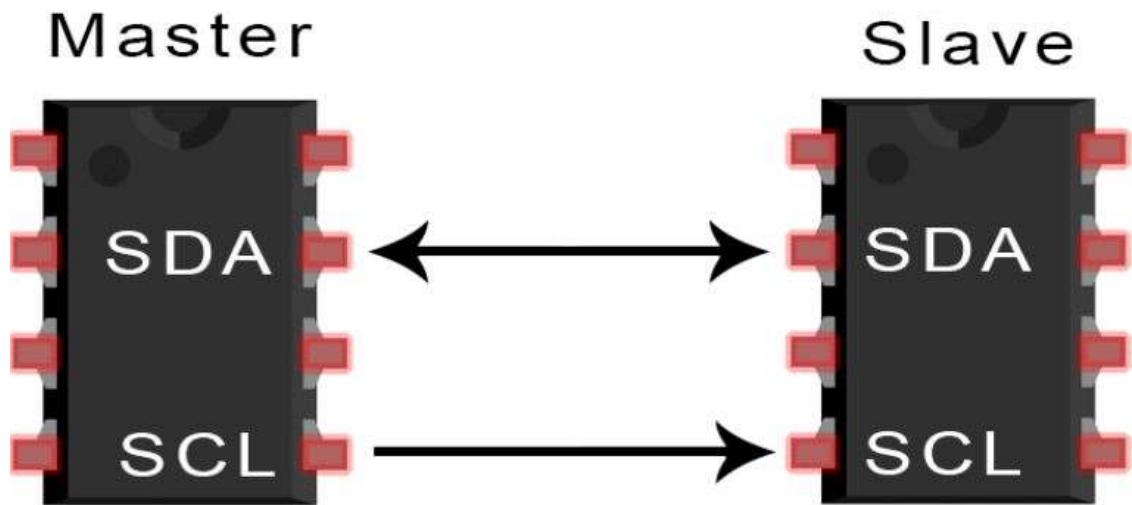


Рисунок 2.14. Послідовне I²C з'єднання

Дані по I²C протоколу передаються повідомленнями, які розбиті фрейми даних. Кожне повідомлення містить такі частини:

- початкові умови;
- умова припинення роботи;
- читання та запис бітів;
- адреса пристрою, який підключено;
- дані.

Передач даних починається в той момент часу, коли мікроконтролер (керуючий пристрій) переключить лінію даних (SDA) та лінію синхронізації (SCL) з високого рівня на низький рівень напруги. Якщо до пристрою підключено одночасно два керуючих пристріїв та вони надсилають команду на запуск одночасно, то виконується команда того мікроконтролера, який переключив лінію даних до низького рівня перший.

Зупинка роботи виконується, коли усі дані будуть передані. Після завершення передачі лінія синхронізації (SCL) змінюється з низького на високий рівень, а потім тільки лінія даних (SDA) змінює свій рівень.

Для того, щоб ідентифікувати на який пристрій надсилається інформація у випадку, якщо до керуючого пристрою приєднано декілька виконавчих пристріїв, пристрій керування на початку передачі інформації відправляє унікальну адресу пристрою до, якого адресується інформація. Якщо у випадку надходить у відповідь

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						34

інша адреса, то керуючий пристрій не передає інформацію, а чекає звернення потрібного пристрою [22].

Характеристики протоколу I²C наведені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Характеристики протоколу I²C

<i>№ n/n</i>	<i>Назва параметру</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Кількість проводів	2 (SCL та SDA)
2.	Об'єм пакету даних	8 біт
3.	Швидкість передачі інформації	від 100 кбіт/с до 5 Мбіт/с
4.	Кількість пристрій керування (мікропроцесорів)	необмежена
5.	Кількість виконавчих пристрій (датчиків)	до 127

З'єднання контролерів між собою в пристрій, який розробляється використовуються радіо модулі, які підключаються до мікроконтролера за допомогою інтерфейсу SPI (рис. 2.15).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

35

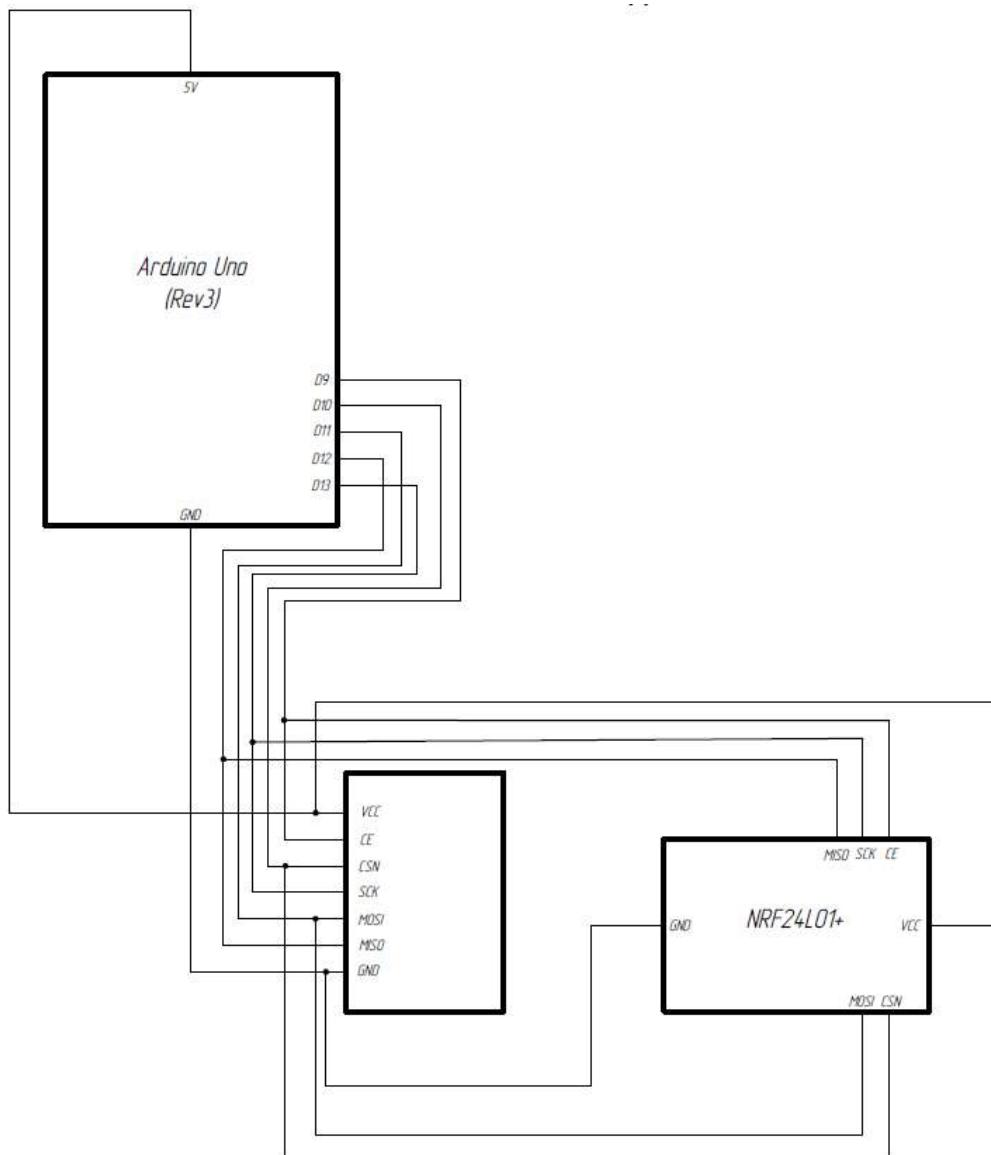


Рисунок 2.15. Схема електричного з'єднання з радіо модулем

SPI (Introduction to Serial Peripheral Interface) – це послідовний периферійний інтерфейс, який використовує окремі лінії для прийому і передачі інформації та таймер для того, щоб з обох сторін зберігалася синхронізація та лінію адресації (рис. 2. 16).

В загальному вигляді шина даних SPI має 4 лінії для зв’язку між мікроконтролером та датчиками див. рис. 2.16:

- MOSI – лінія для передачі даних від мікроконтролера до пристрою;
- MISO – лінія, що використовується для передачі даних з пристрою до мікроконтролер;
- SCLK - такти шини SPI, до 10 МГц, що генеруються мікроконтролером;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- CSN/SS – активний низький рівень, що визначає початок роботи.

SPI MASTER

SPI SLAVE

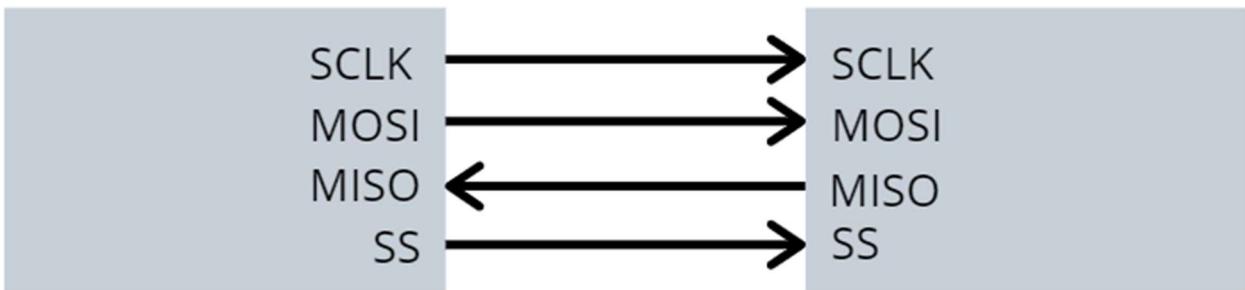


Рисунок 2.16. SPI - інтерфейс

Передача інформації починається з того, що керуючий пристрій (мікроконтролер) надсилає тактовий сигнал і вибирає пристрій через лінію SS. Далі керуючий пристрій надсилає логічний сигнал 0 для вибору пристрою, бо лінія знаходиться на активному низькому сигналі.

SPI - це дуплексний інтерфейс, тому можливо одночасно передавати дані через лінії MOSI і MISO між керуючим пристроєм та пристроями, та навпаки в той же час. Це буде синхронізовано послідовним таймером. Наприклад, ці дві операції будуть відбуватися одночасно, тоді мікроконтролер надсилає біт даних по лінії MOSI, а датчик читає їх, далі він надсилає дані по лінії MISO і мікроконтролер зчитує їх [23].

На креслениках МД ПМ-81мп.006.051 – 052 відображено електричні схеми пульта керування та пристрою індикації відповідно.

2.4. Математична модель акселерометра

В даному проекті використовується акселерометр для того, щоб визначати початок зупинки велосипедиста, а також додатково для інформування велосипедиста з отриманого значення математично розраховується значення поточної швидкості. Розраховане значення швидкості руху виводиться на дисплей для зручного зчитування інформації користувачем.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

37

За принципом дії виділяють акселерометри осьові та маятникові. В осьових акселерометрах рух чутливого елемента виконується вздовж заданих осей, а маятниковых – як фізичний маятник навколо осі.

Для розробки пристрою було використано осьовий акселерометр його кінематична схема представлена на рис. 2.17.

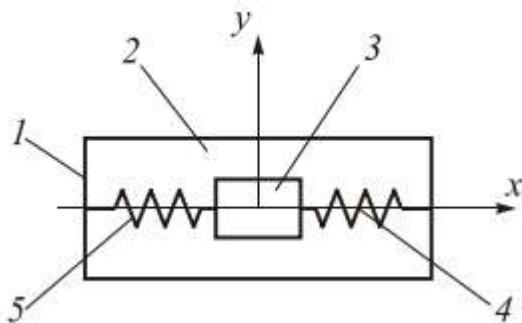


Рисунок 2.17. Кінематична схема осьового акселерометра

На кінематичній схемі (рис. 2.17) відображені корпус акселерометра (1), середовище, де проводиться демпфування (2) інерційної маси або чутливого елемента (3), який закріплюється на пружних підвісах (4, 5).

Оскільки в інерційній системі відліку три осі виконано визначення рівняння руху використовуючи наведений спосіб у джерелі [24].

Для отримання рівняння руху скористаємося основним рівнянням динаміки

$$m_i \vec{w}_i = \vec{F}_i, \quad (2.1)$$

де m_i - маса чутливого елемента; \vec{w}_i - абсолютне прискорення; \vec{F}_i - головний вектор зовнішніх сил; i - порядковий номер осі.

Визначимо описане рівняння враховуючи, що при роботі акселерометра на нього діє сила земного тяжіння $m_i \vec{g}$, сила демпфування \vec{F}^{dem} , сила пружності $\vec{F}^{\text{пруж}}$ та сила перешкод \vec{F}^n :

$$\vec{F}_i = m_i \vec{g} + \vec{F}^{\text{dem}} + \vec{F}^{\text{пруж}} + \vec{F}^n, \quad (2.2)$$

Сила пружності визначається за наступним виразом

$$\vec{F}^{\text{пруж}} = -c_i \cdot \vec{r}_i, \quad (2.3)$$

де c_i - коефіцієнти жорсткого пружного підвісу; \vec{r}_i - радіус-вектор відносного зміщення центра мас чутливого елемента.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

38

Сила демпфування визначається за виразом:

$$\vec{F}^{\text{dem}} = -f_i \cdot \vec{r}_i, \quad (2.4)$$

де f_i - коефіцієнти демпфування.

Сила перешкод визначається, як проекція на осі Oxyz:

$$\vec{F}^n = F_{ix}^n \vec{i} + F_{iy}^n \vec{j} + F_{iz}^n \vec{k}. \quad (2.5)$$

Спираючись на джерело [25] визначимо абсолютне прискорення, як параметр в який входить переміщення, відносного та прискорення Корiolіса:

$$\vec{w}_i = \vec{w}_{ie} + \vec{w}_{ir} + \vec{w}_{ic}. \quad (2.6)$$

Підставивши вираз (2.6) до виразу (2.1) отримаємо наступну формулу:

$$m_i(\vec{w}_{ie} + \vec{w}_{ir} + \vec{w}_{ic}) = \vec{F}_i, \quad (2.7)$$

Прискорення Корiolіса визначається виразом:

$$\vec{w}_{ic} = 2\vec{\omega} \cdot \vec{v}_{ri}, \quad (2.8)$$

де $\vec{\omega}$ - кутова швидкість.

Наступним кроком визначимо значення прискорення переміщення:

$$\vec{w}_{ie} = \vec{w}_o \cdot \vec{\epsilon} \cdot \vec{\rho}_i + \vec{\omega} \cdot (\vec{\omega} \cdot \vec{\rho}_i), \quad (2.9)$$

де $\vec{\rho}_i$ - радіус-вектор, що з'єднує центр мас з початком координат; $\vec{\epsilon}$ - кутове прискорення.

Відносне прискорення визначається, як друга похідна від проекцій координат:

$$\vec{w}_{ir} = x_i'' \vec{i} + y_i'' \vec{j} + z_i'' \vec{k}. \quad (2.10)$$

По завершенню переходного процесу акселерометру переміщення чутливого елементу визначають за виразами:

$$\begin{aligned} x &= -\frac{m}{c} a_x + \frac{F_x^n}{c}; \\ y &= -\frac{m}{c} a_y + \frac{F_y^n}{c}; \\ z &= -\frac{m}{c} a_z + \frac{F_z^n}{c}. \end{aligned} \quad (2.11)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

39

Отримані значення перетворюються до напруги та приймають наступний вигляд:

$$\begin{aligned} U_{ax} &= B_{ax} + S_{ax}a_x + n_{ax}; \\ U_{ay} &= B_{ay} + S_{ay}a_y + n_{ay}; \\ U_{az} &= B_{az} + S_{az}a_z + n_{az}, \end{aligned} \quad (2.12)$$

де B_{ax}, B_{ay}, B_{az} - нулеві сигнали; S_{ax}, S_{ay}, S_{az} масштабний коефіцієнт; n_{ax}, n_{ay}, n_{az} - випадковий шум.

Масштабний коефіцієнт виражається наступним образом:

$$S = -\frac{m}{c}. \quad (2.13)$$

Сума нульового сигналу та випадкового шуму рівна:

$$\begin{aligned} B_{ax} + n_{ax} &= \frac{F_x^n}{c}; \\ B_{ay} + n_{ay} &= \frac{F_y^n}{c}; \\ B_{az} + n_{az} &= \frac{F_z^n}{c}. \end{aligned} \quad (2.14)$$

Тобто в результаті роботи акселерометр перетворює переміщення чутливого елемента вздовж осей у значення вихідної наприги.

2.5. Програмування мікроконтролера

Програмування виконувалася на мові C++та використовувалася платформа PlatformIO IDE. Це крос-платформне середовище для розробки, що призначено для роботи з різними мікроконтролерами.

PlatformIO не залежить від платформи, на якій він працює. Насправді єдина вимога -це присутність Python, який існує майже скрізь. Це означає, що проекти PlatformIO можна легко переміщувати з одного комп'ютера на інший, а також, що PlatformIO дозволяє легко обмінюватися проектами, незалежно від операційної системи [26].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

40

Обрана платформа дозволяє пришвидшити розробку коду для проекту та впорядковувати розробку.

В якості редактора коду було використано Visual Studio Code. Оскільки, даний редактор має вбудовані функції, які дозволяють пришвидшити процес розробки програмного коду.

Visual Studio Code - це легкий, але потужний редактор вихідного коду, який працює на робочому столі та доступний для Windows, macOS та Linux. Він оснащений вбудованою підтримкою JavaScript, TypeScript і Node.js і має багату екосистему розширень для інших мов (таких як C++, C#, Java, Python, PHP, Go) [27].

В ході виконання роботи було розроблено дві окремі програми, одна з них виконує завдання алгоритму роботи для пульта керування пристрою, а друга – пристрою індикації.

Програмні коди, що біли використані для даного проекту наведені в додатку А та Б.

2.6. Висновки до другого розділу

В другому розділі роботи було виконано розробку структурної схеми пристрою, що дало змогу зрозуміти алгоритм роботи пристрою на порядок розташування основних компонентів, які задіяні в функціюванні.

Проведено вибір елементів для створення макету пристрою для демонстрації задумки. Спираючись на розроблену структурну схему пристрою були вибранні мікроконтролери, які виконують задачу обчислення, обробки вхідної інформації від датчиків та надають виконавчим пристроям керуючий сигнал.

В якості мікроконтролеру було обрано ATmega 328 на базі електронного конструктора Arduino. Даний вибір було зроблено, оскільки для створення фізичної моделі пристрою вище названий мікроконтролер має ряд переваг. Головною перевагою на мою думку є те, що даний мікроконтролери на базі Arduino доступні,

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						41

мають відкритий програмний код та програмне забезпечення потрібне для роботи доступне до безкоштовного завантаження.

Наступним кроком в другому розділі було вибрано акселерометр, який дозволяє реалізувати визначення моменту, коли необхідно вмикати сигнал зупинки.

Обрано такі компоненти як модуль для бездротової передачі інформації, що дозволяє зробити пристрій компактним та зручним для використання під час руху на велосипеді, адресна світлодіодна стрічка, яка виводить інформацію про наміри велосипедиста.

Розроблено електричну схему з'єднань компонентів пристрою та розглянуто інтерфейси передачі інформації між мікроконтролером та електронними компонентами, які використовуються у розробленій моделі.

Також, для отримання розуміння роботи та перетворення сигналу акселерометра у швидкість руху було проведено опис математичної моделі датчика.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

42

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

В ході виконання магістерської дисертації було розроблено та зібрано фізичну модель пристрою для велосипедистів, який повинен підсвітити безпеку при русі в транспортному потоці за поганої видимості.

Модель складається з двох складових частин, а саме пульта керування (рис. 3.1 а) та пристрою індикації (рис. 3.1 б).

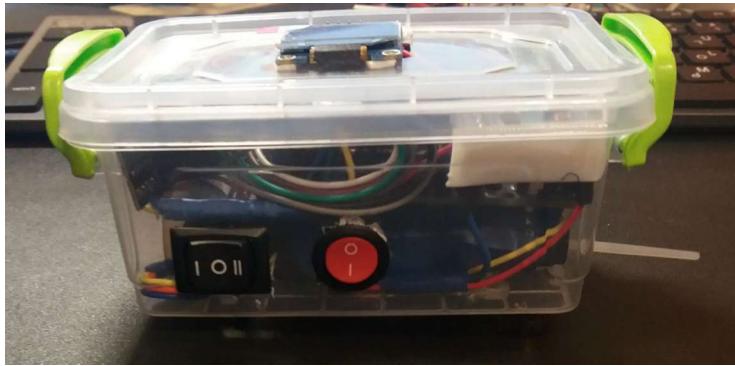


Рисунок 3.1.Фото розробленого пристрою: а) пульт керування, б) пристрій індикації

Модель пристрою була побудована з використанням компонентів Arduino. Платформа Arduino була обрана для побудови макету пристрою, оскільки вона є доступною, має велику спільноту та відкритий код.

3.1. Підготовка експерименту

Для проведення експерименту було підготовано велосипед, на якому було закріплено пульт керування (рис. 3.2 – 3.3).

Було виконано запис даних від акселерометра при русі на велосипеді, коли модель жорстко закріплена на кермі та при закріпленні її на руці велосипедиста.

Щоб виконати завдання експерименту було використано велосипед під назвою Maxxter urban.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

43



Рисунок 3.2. Зовнішній вигляд закріпленого на велосипеді пристрою

Maxxter urban – це універсальний велосипед для міста. Даний велосипед обладнаний електродвигуном. Запас ходу від електродвигуна складає 30-40 км, після розряду батареї можливо продовжувати рух, як на звичайному велосипеді. Максимальна швидкість до якої розганяється велосипед дорівнює 25 км/год та вона обмежена електронікою.

Особливістю Maxxter Urban - складна конструкція. Складається не тільки рама, але так само кермо і педалі. У складеному стані він займає місце не більше звичайної валізи.

Даний велосипед дозволяє переміщатися без використання електротяги, або повністю на електричній тязі без використання педалей.

Використання легкої і довговічної літієвої батареї робить конструкцію максимально легкою

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						44



Рисунок 3.3. Зовнішній вигляд закріпленого на велосипеді пристрою

Основні характеристики велосипеду:

- тип і матеріал рами: складна, сталева;
- батарея: літієва, 36В / 10Агод;
- пробіг на одному заряді: до 35 км (при використанні PAS, залежить від манери їзди, навантаження, рельєфу);
- діаметр коліс: 20 дюймів;
- двигун: 250W;
- гальма: Передні V-brake, задні барабанні;
- максимальна швидкість: 25 км / год;
- час зарядки: 6-8 годин;
- навантаження: до 110 кг;
- вага: 23 кг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						45

3.2. Виконання експерименту та обробка результатів

Щоб записати дані з акселерометру до мікроконтролеру було підключено адаптер для карт пам'яті – MicroSD Card Adapter (рис. 3.4).



Рисунок 3.4. Загальний вигляд MicroSD Card Adapter

Адаптер складається з двох основних компонентів, завдяки яким можна записувати дані з датчиків, що підключені до мікроконтролера. Перший компонент це чіп 74LVC125A, що перетворює вхідну напругу з діапазону 3,3 – 5 В на 3,3 В. Ця складова дозволяє використовувати при значенні вхідної напруги від мікроконтролера 3,3 або 5 В. другий компонент – вбудований регулятор наруги, який додатково проводить регулювання напруги до позначки 3,3 В.

MicroSD Card Adapter підключається до мікроконтролеру за допомогою SPI інтерфейсу.

Результати визначеного акселерометром прискорення записувалося на картку пам'яті з інтервалом в одну секунду.

Вимірювання здійснювалося при їзді на велосипеді з жорстко закріпленим пристроєм на кермі та закріпленим на руці велосипедиста.

Отриманні результати вказані в табл. 3.1 – 3.2.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						46

Таблиця 3.1 – Пристрій закріплений на кермі велосипеда

<i>№ n/n</i>	<i>Час, с</i>	<i>Прискорення по осі x, м/с²</i>	<i>Прискорення по осі y, м/с²</i>	<i>Прискорення по осі z, м/с²</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
0.	0	0,39	0,04	12,59
1.	1	0,98	-2,04	12,16
2.	2	0,27	-0,08	12,55
3.	3	1,02	-0,51	12,43
4.	4	-2,86	0,63	15,53
5.	5	0,82	-2,12	12,67
6.	6	0,67	1,29	12,12
7.	7	2,12	0,90	13,26
8.	8	0,78	2,00	12,43
9.	9	2,43	3,41	12,55
10.	10	1,18	2,24	12,63
11.	11	3,84	-2,12	11,14
12.	12	0,78	0,82	13,30
13.	13	-1,18	-2,35	12,55
14.	14	1,96	-0,04	11,57
15.	15	1,41	-0,24	12,59
16.	16	1,88	0,12	13,73
17.	17	0,31	-0,24	12,51
18.	18	4,94	1,77	11,10
19.	19	4,90	3,30	11,92
20.	20	3,10	3,02	12,28
21.	21	3,53	0,94	12,28
22.	22	2,55	1,92	13,02
23.	23	0,94	-2,28	12,12
24.	24	2,59	0,04	12,63
25.	25	3,18	-3,02	11,38

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
26.	26	-3,65	2,86	14,63
27.	27	3,80	-2,63	10,55
28.	28	1,96	-1,65	10,98
29.	29	-1,26	-1,96	11,57
30.	30	0,86	0,90	12,55
31.	31	-1,37	0,08	10,20
32.	32	1,29	-2,00	12,12
33.	33	1,96	-1,37	12,98
34.	34	0,67	1,41	13,53
35.	35	-1,53	1,22	12,32
36.	36	1,41	1,41	12,79
37.	37	2,82	2,31	13,22
38.	38	-3,73	2,75	16,63
39.	39	-4,82	0,27	14,63
40.	40	3,06	-3,84	12,43
41.	41	-3,02	-1,33	12,71
42.	42	-2,08	-1,33	13,85
43.	43	-2,47	1,92	12,16
44.	44	-1,22	0,90	11,96
45.	45	-3,80	0,12	13,45
46.	46	1,29	-0,20	10,47
47.	47	-1,26	-3,69	11,30
48.	48	-0,78	0,43	13,57
49.	49	0,51	-0,51	13,45
50.	52	-0,39	1,26	14,67
51.	51	-6,59	0,39	10,28
52.	52	-3,22	0,75	11,81
53.	53	-2,28	0,35	13,10

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						48

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
54.	54	-2,04	2,28	13,89
55.	55	2,04	5,53	8,87
56.	56	-0,16	1,14	12,36
57.	57	0,31	1,92	15,65
58.	58	-1,37	0,27	10,87
59.	59	-1,65	-1,29	12,20
60.	60	1,33	2,08	11,22

Таблиця 3.2 – Пристрій закріплено на руці велосипедиста

№ n/n	Час, с	Прискорення по осі x, м/с²	Прискорення по осі y, м/с²	Прискорення по осі z, м/с²
1	2	3	4	5
0.	0	-0,59	1,61	11,85
1.	1	-1,96	0,00	12,79
2.	2	-5,61	1,26	11,06
3.	3	-1,69	1,29	10,87
4.	4	-4,98	2,51	11,06
5.	5	-3,06	1,84	6,71
6.	6	-3,08	0,78	10,79
7.	7	-1,88	2,16	12,00
8.	8	1,02	-0,90	10,79
9.	9	0,24	0,82	12,75
10.	10	-4,47	2,71	13,34
11.	11	-0,08	3,02	13,38
12.	12	-0,09	3,77	12,91
13.	13	-0,82	-1,18	11,38
14.	14	10,79	-0,27	9,73
15.	15	-2,12	0,71	12,51

<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>49</i>

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5
16.	16	-1,41	-3,77	11,69
17.	17	-0,51	-5,02	11,10
18.	18	-3,06	-2,86	7,49
19.	19	-0,51	-7,53	9,14
20.	20	2,98	-1,61	8,16
21.	21	1,18	-0,71	11,49
22.	22	0,43	-4,20	11,26
23.	23	1,49	3,06	16,95
24.	24	-4,43	-1,53	10,71
25.	25	-7,22	0,98	12,47
26.	26	3,57	3,30	9,02
27.	27	-2,79	1,77	13,30
28.	28	1,45	0,90	12,40
29.	29	-2,20	0,31	11,92
30.	30	1,22	-0,39	13,26
31.	31	2,08	-0,35	11,30
32.	32	-2,51	-0,75	9,26
33.	33	-5,41	4,67	8,67
34.	34	-7,96	4,67	19,14
35.	35	2,24	0,08	14,44
36.	36	-1,45	-3,30	10,75
37.	37	1,02	-4,35	10,83
38.	38	2,39	1,84	13,34
39.	39	-2,79	-0,24	13,65
40.	40	3,37	-1,92	9,65
41.	41	7,57	-2,28	12,55
42.	42	-0,94	-4,79	9,77
43.	43	-0,16	-4,47	16,67

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

50

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5
44.	44	-0,59	-2,59	11,22
45.	45	1,96	-2,12	11,92
46.	46	-3,57	-1,29	11,92
47.	47	2,20	4,82	20,52
48.	48	0,27	-0,24	11,73
49.	49	4,47	1,77	12,98
50.	50	1,22	-6,59	9,14
51.	51	-3,88	-8,32	6,71
52.	52	1,69	-8,94	5,69
53.	53	-3,92	-4,24	10,67
54.	54	-0,51	1,77	13,69
55.	55	-1,02	-0,78	12,94
56.	56	3,33	0,94	12,79
57.	57	3,77	1,33	12,94
58.	58	-3,45	-0,31	14,40
59.	59	-3,18	0,04	10,36
60.	60	-3,22	-2,82	15,42

Вимірювання відбувалися в інтервалі 60 секунд і в двох випадках було проїхана одна й таж ділянка дороги.

Також, додатково було зафіксовано значення швидкості за допомогою векторного способу, результати наведені в табл. 3.3 – 3.4.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						51

Таблиця 3.3 – Пристрій закріплено на кермі велосипеда, значення швидкості

<i>№ n/n</i>	<i>Час, с</i>	<i>Швидкість, км/год</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
0.	0	0
1.	1	12,80
2.	2	9,25
3.	3	9,65
4.	4	9,78
5.	5	11,37
6.	6	9,82
7.	7	9,94
8.	8	11,10
9.	9	10,63
10.	10	11,81
11.	11	10,99
12.	12	9,86
13.	13	10,50
14.	14	9,01
15.	15	9,59
16.	16	10,50
17.	17	9,01
18.	18	9,59
19.	19	10,00
20.	20	11,11
21.	21	9,81
22.	22	11,35
23.	23	12,37
24.	24	11,75
25.	25	11,19

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	52

Продовження таблиці 3.3

1	2	3
26.	26	11,50
27.	27	9,31
28.	28	10,51
29.	29	8,65
30.	30	8,19
31.	31	10,04
32.	32	7,77
33.	33	9,12
34.	34	10,17
35.	35	10,97
36.	36	9,58
37.	37	10,74
38.	38	11,94
39.	39	12,73
40.	40	10,58
41.	41	10,17
42.	42	8,91
43.	43	10,67
44.	44	9,55
45.	45	9,24
46.	46	9,67
47.	47	8,74
48.	48	7,89
49.	49	10,14
50.	50	10,40
51.	51	11,46
52.	52	7,47
53.	53	8,63

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

53

Продовження таблиці 3.3

1	2	3
54.	54	9,64
55.	55	10,85
56.	56	10,66
57.	57	9,68
58.	58	12,48
59.	59	8,52
60.	60	8,69

Таблиця 3.4 – Пристрій закріплено на руці велосипедиста, значення швидкості

№ n/n	Час, с	Швидкість, км/год		
		1	2	3
0.	0			0,00
1.	1			12,60
2.	2			9,36
3.	3			8,21
4.	4			8,36
5.	5			8,61
6.	6			5,42
7.	7			7,89
8.	8			9,39
9.	9			8,58
10.	10			9,97
11.	11			10,28
12.	12			11,32
13.	13			11,11
14.	14			8,49

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ				

Продовження таблиці 3.4

1	2	3
15.	15	13,11
16.	16	9,31
17.	17	8,22
18.	18	7,92
19.	19	5,21
20.	20	7,24
21.	21	6,87
22.	22	8,71
23.	23	8,23
24.	24	13,86
25.	25	7,50
26.	26	9,39
27.	27	10,03
28.	28	10,10
29.	29	10,41
30.	30	8,83
31.	31	10,36
32.	32	9,54
33.	33	6,59
34.	34	6,34
35.	35	15,07
36.	36	12,54
37.	37	7,72
38.	38	7,97
39.	39	11,25
40.	40	9,94
41.	41	8,79
42.	42	11,87

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

55

Продовження таблиці 3.4

1	2	3
43.	43	7,09
44.	44	11,61
45.	45	8,36
46.	46	9,22
47.	47	8,33
48.	48	17,25
49.	49	10,19
50.	50	12,12
51.	51	7,62
52.	52	7,09
53.	53	6,60
54.	54	7,83
55.	55	10,60
56.	56	9,61
57.	57	11,33
58.	58	11,82
59.	59	10,32
60.	60	7,55

Після отримання значень побудуємо графіки залежності прискорення відповідної осі від часу, коли пристрій було жорстко закріплено на кермі велосипеда (рис. 3.5 – 3.7).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						56

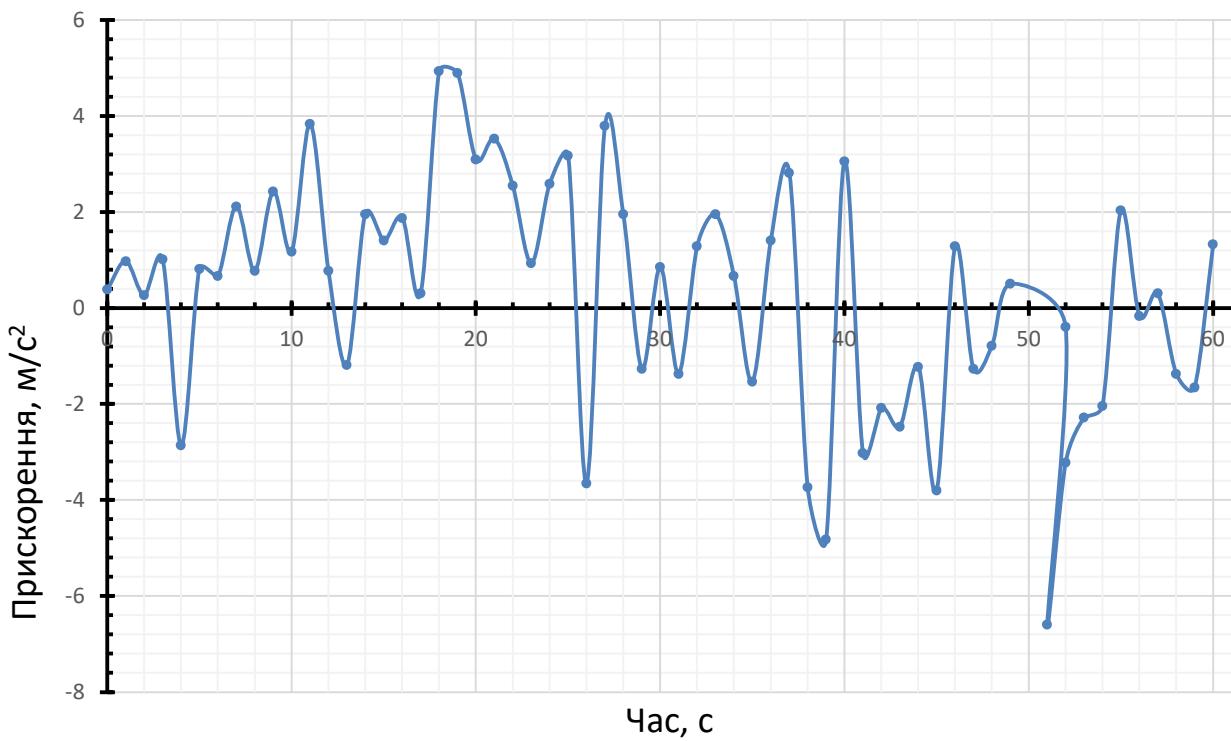


Рисунок 3.5. Зміна прискорення по осі x в часі при закріпленному пристрої на кермі

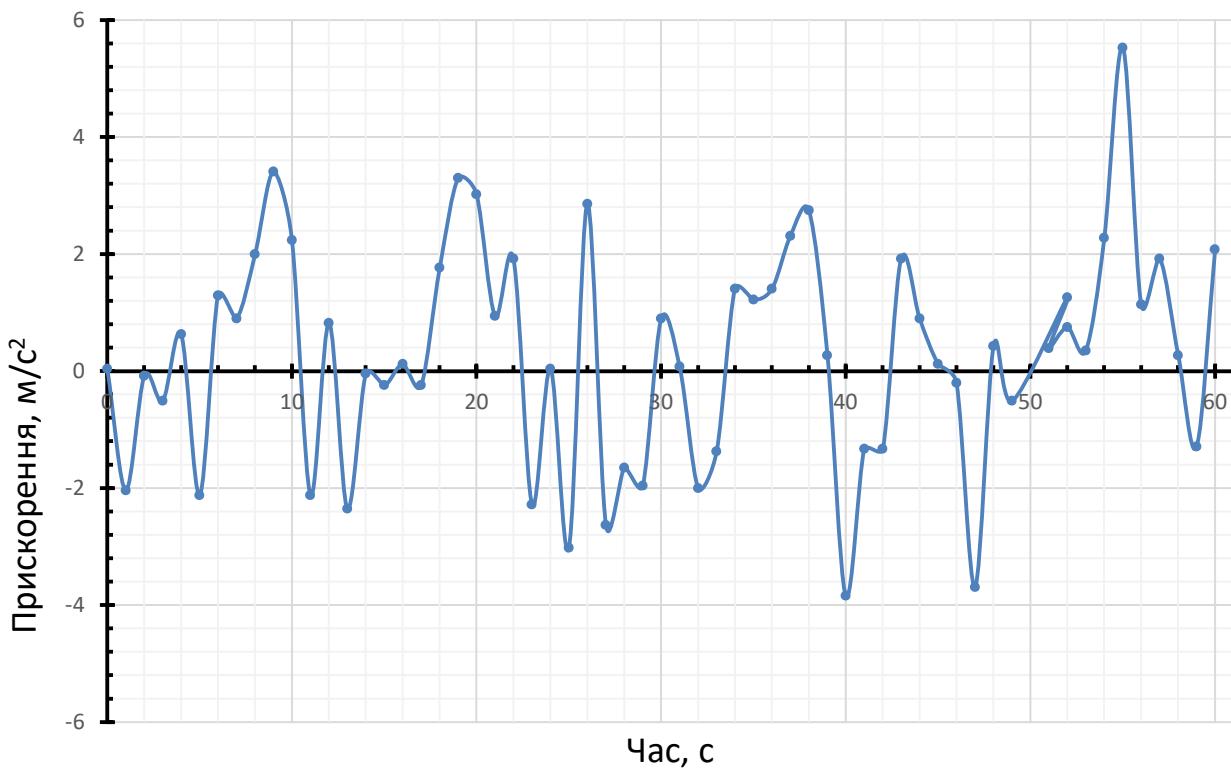


Рисунок 3.6. Зміна прискорення по осі y в часі при закріпленному пристрої на кермі

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.
57

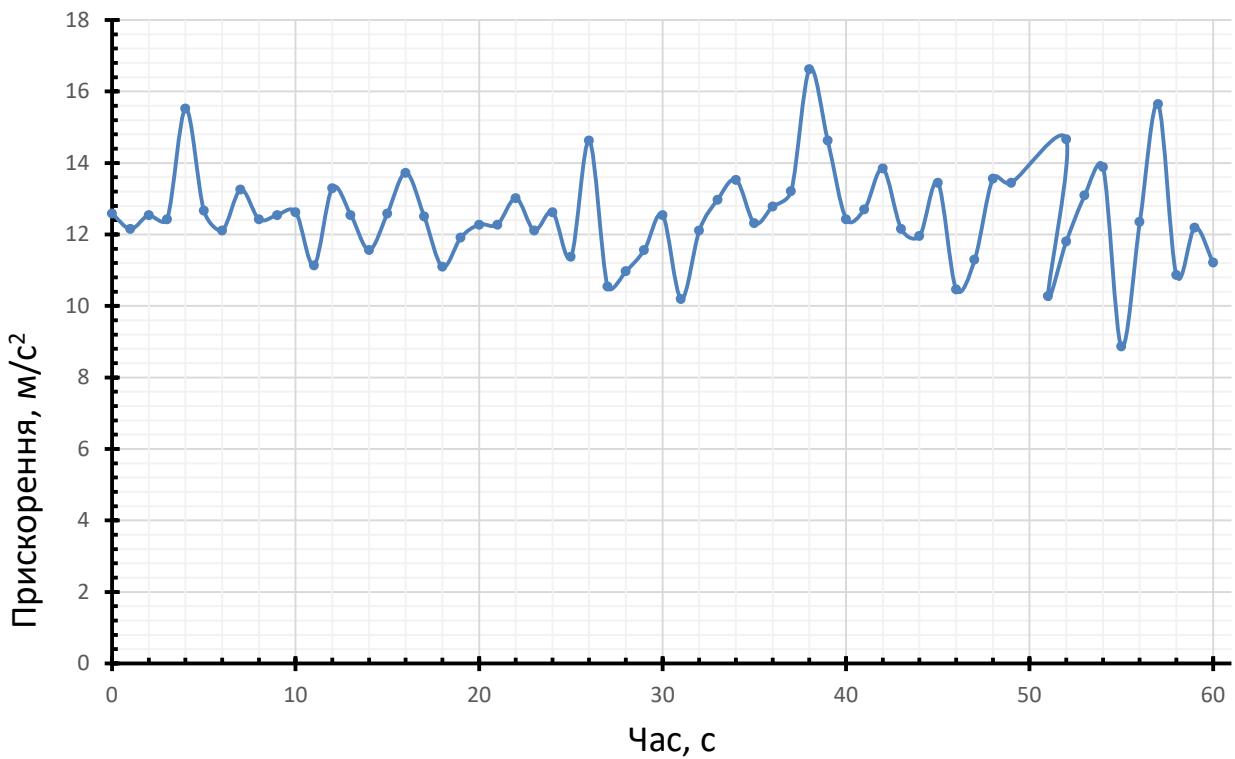


Рисунок 3.7. Зміна прискорення по осі z в часі при закріпленному пристрої на кермі

Побудуємо такі ж залежності, але для результатів, що були отримані вимірювання прискорювання, коли пристрій було закріплено на руці велосипедиста (рис. 3.8 – 3. 10).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

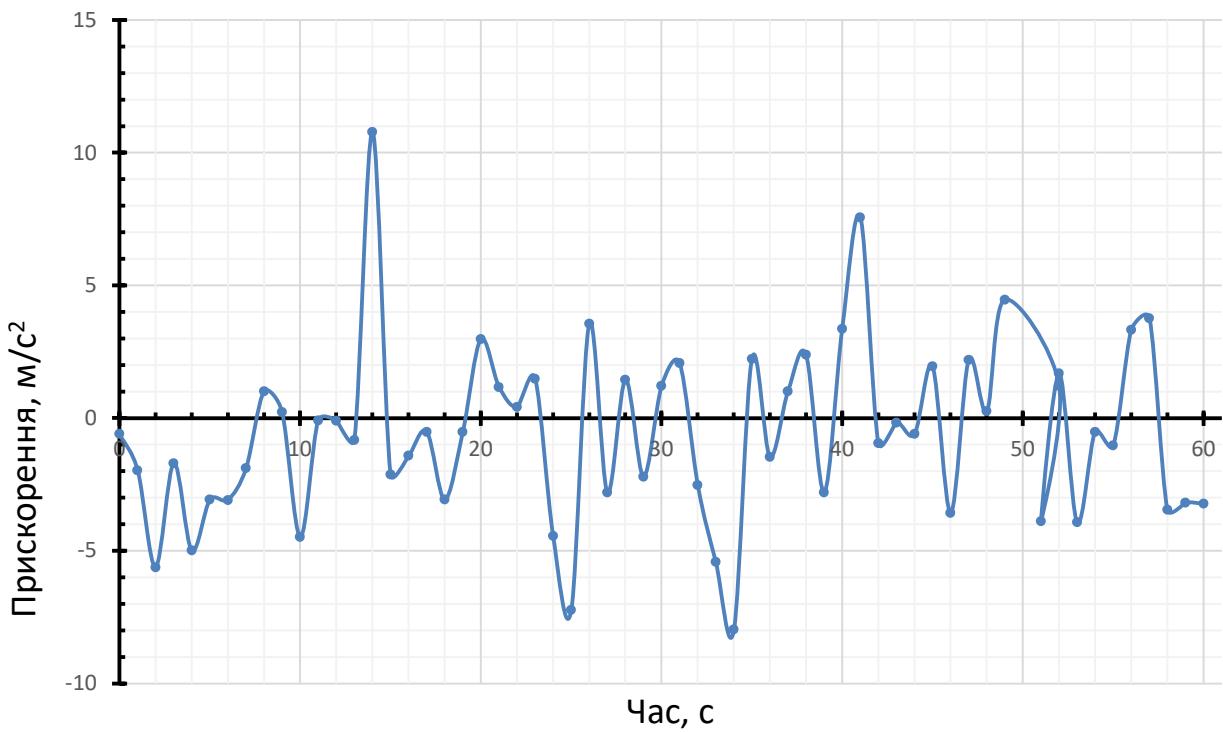


Рисунок 3.8. Зміна прискорення по осі х в часі при закріпленаому пристрої на руці велосипедисна

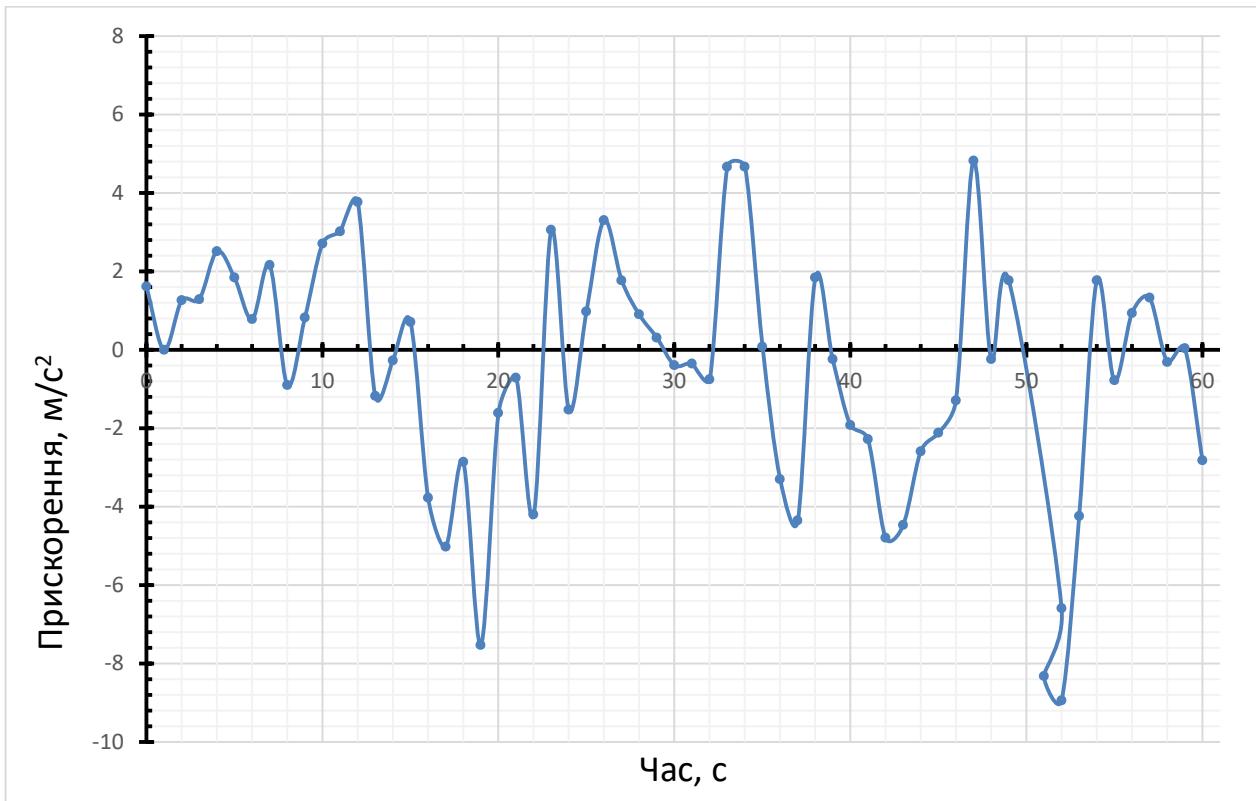


Рисунок 3.9. Зміна прискорення по осі у в часі при закріплеому пристрої на руці велосипедисна

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.
59

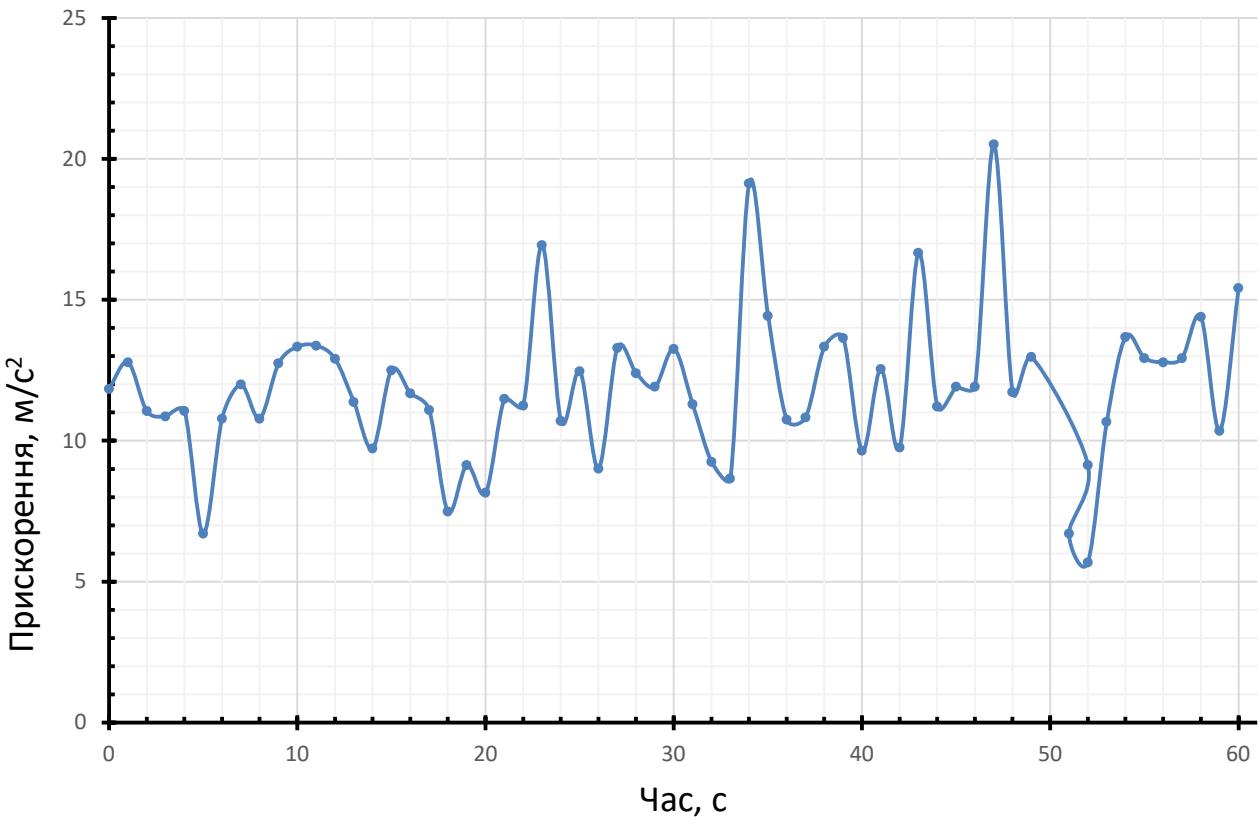


Рисунок 3.10. Зміна прискорення по осі z в часі при закріпленному пристрої на руці велосипедиста

Порівнюючи між собою отримані графіки можна зробити висновок, що коли пристрій було жорстко закріплено на кермі велосипеда розкид значень на багато менший, ніж при його закріпленні на руці велосипедиста.

Підводячи підсумок тебе відмітити, що даний пристрій для більш точної роботи слід розташовувати закріпленим на кермі, бо в цьому випадку на показання акселерометра не впливають випадкові рухи велосипедиста.

3.3. Висновок до третього розділу

При виконанні розділу експериментального дослідження було протестована робота прототипу пристрою в реальних умовах його використання.

Результатом виконаного експерименту є значення прискорення по осям при різних умовах використання пристрою. Пристрій було жорстко закріплено на кермі

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						60

велосипеду та руці велосипедиста. Значення прискорення фіксувалося протягом однієї хвилини через кожну секунду.

Для обробки даних, що були отримані в ході виконання експерименту було побудовано залежності прискорення від часу. Можна зробити висновок, що при роботі акселерометра виникає шум та хибні значення, які впливають на роботу пристрою. Але порівнюючи результати, які були отримані, коли пристрій було зафіковано на кермі і закріплений на руці велосипедиста можна зробити висновок, що при закріпленні до керма додає жорсткості конструкції і дозволяє зменшити промахи при вимірюванні.

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

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

61

3. СТАРТАП-ПРОЕКТ

Стартап на сьогоднішній день набув широкого розповсюдження завдяки зниженню порогу входу на ринок. Стартапом називають підприємство або компанію, яка має інноваційну ідею, але не має достатньої кількості ресурсів для реалізації даної ідеї. Головною метою розробки стартап-проекту є сформувати свою ідею, підібрати команду однодумців для її реалізації та залучення інвесторів для проведення фінансування.

Створення та виведення стартап-проекту передбачає виконання наступних етапів, а саме визначення ринкової перспективи задумки, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і дії з просування пропозиції для інвесторів.

4.1. Опис ідеї проекту

Ідеєю стартап-проекту є описана в попередніх розділах магістерської дисертації, а саме «Смарт-шолом велосипедиста». Розробка виконує функції індикації намірів велосипедиста під час руху, а саме надання інформації про напрямок повороту та моменту зупинки і додаткова інформація велосипедиста про значення швидкості його руху. Даний пристрій в основному застосовується, як гаджет для велосипедистів, що дозволяє підвищити рівень безпеки в момент руху на велосипеді в місті за умов погіршеної видимості або нічний час та підвищити зацікавленість користувачів користуватися велошоломами, оскільки спостерігається тенденція на їзду на велосипеді без нього, що може призвести до травмування під час аварійної ситуації.

В межах даного підпункту необхідно провести визначення змісту ідеї, можливі напрямки застосування, основні вигоди, які зможе отримати користувач товару та факторів, які відрізняють товар від аналогів (табл. 4.1).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						62

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигода для користувача</i>
Створення пристрою для велосипедистів, який буде оснащений індикацією, яка буде інформувати учасників дорожнього руху про наміри велосипедиста.	1. Спорт	Використовуючи пристрій під час руху в місті в умовах поганої видимості має світлову індикацію, яка виділяє велосипедиста в момент руху серед автомобілів та інформування про швидкість руху.
	2. Використання правоохоронними службами	Використання пристрою для працівників велополіції підвищує видимість співробітника поліції та надає розуміння про наміри під час руху.
	3. Кур'єрські служби	Служби доставки, які в якості засобу для пересування використовують велосипеди.

Головними конкурентами проекту є компанії такі як Lumos та Livall, які є стартап компаніями, що випускають аксесуари для велосипедистів.

На наступному етапі виконаємо аналіз потенційних техніко-економічних переваг запропонованої ідеї, у порівнянні з вище визначними конкурентами. Результати виконаного аналізу внесені до табл. 4.2.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

63

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик проекту

<i>Техніко-економічні характеристики</i>	<i>Потенційні товари або концепції конкурентів</i>			<i>слабка сторона</i>	<i>нейтральна сторона</i>	<i>сильна сторона</i>
	<i>Mій проект</i>	<i>Lumos</i>	<i>Livall</i>			
Економічність (вартість)	низька	висока	висока			X
Габаритні розміри	малі	малі	малі		X	
Час роботи від батареї	1 тиж.	1 тиж.	80 год.		X	
Безпечність	безпечний	безпечний	безпечний		X	
Екологічність	незначний вплив на довкілля	незначний вплив на довкілля	незначний вплив на довкілля		X	
Простота виробництва	простий	відносно складний	відносно складний			X
Наявність додатку	немає	немає	є	X		

Відносно конкурентів описана ідея має перевагу у вартості та в простоті виробництва. Маючи низьку вартість пристрій стає доступніший для широкого сегменту споживачів. Прилад складається з модульних компонентів, тому складання пристрою та налаштування відбувається наче складання конструктору.

Для побудови морфологічної карти слід необхідно визначити основні функції пристрою. Визначення даних функції виконується за результатами наукових досліджень та супто інтуїтивно.

Визначено основних параметрів:

- джерело живлення;
- мікроконтролер;
- модуль радіо сигналу;
- швидкість передачі інформації.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						64

Таблиця 4.3 – Морфологічна карта

Основні параметри	Проміжні рішення				
	1-ше	2-ге	3-те	4-те	5-те
Джерело живлення, В	12	5	3,3		
Мікроконтролер	Arduino Uno	Raspberry Pi	Arduino Mega	Arduino Nano	Arduino Mini
Модуль радіо сигналу	NRF24L01+	NRF24L01	MX-F01		
Швидкість передачі інформації	до 2 Мбіт/с	до 1 Мбіт/с	до 256 кбіт/с		

4.2. Технологічний аудит ідеї проекту

Технологічний аудит – це проведення оцінки потенціалу ідеї, як об'єкту комерціалізації. При виконанні цього етапу потрібно виконати аудит технологій, з використанням, яких з'являється можливість для реалізації стартапу проекту. Аналіз виконується визначенням технологій здійснення ідеї проекту (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Використання акселерометра для визначення моменту зупинки	Програмування мікроконтролеру	Наявні	Доступна
2.	Передача інформація бездротовим шляхом	Програмування мікроконтролеру	Наявні	Доступна
3.	Керування світловим індикатором	Програмування мікроконтролеру	Наявні	Доступна

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.
					65

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Після проведення технологічного аудиту можна зробити висновок, що для впровадження проекту необхідні технології наявні.

Технологія реалізації ідеї спирається на інноваційність підходу та полягає у проведенні програмування мікроконтролера. Для того щоб виділятися на сьогодні на ринку потрібно приділити більше уваги третьому пункті «Керування світловим індикатором».

Ідея проекту можлива для створення та технології доступні. Всі пункти, неведені вище полягають у програмуванні мікроконтролера. Ідея проекту реалізує аксесуар для велосипедистів, який підвищує безпеку під час руху містом.

4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Аналіз потенційного ринку стартапу представлено в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Показники стану ринку</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Кількість головних гравців, од	3
2.	Загальний обсяг продажу, грн/ум. од	5000
3.	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4.	Наявність обмежень для входу	Конкуренція зарубіжних фірм
5.	Специфічні вимоги до стандартизації	Відсутні
6.	Середня норма рентабельності в галузі, %	40

Виконавши аналіз потенційного ринку можна дійти висновку, що динаміка ринку зростає, на ринку мала кількість гравців та високий показник рентабельності, який дозволить в швидкі темпи покрити витрачені кошти на створення пристрою та отримати прибуток. Одна присутня конкуренція на міжнародному ринку, що є завадою для виходу на ринок.

За попередньою оцінкою проект є прибутковим для входження на ринок.

Виконаємо визначення потенційних груп клієнтів та сформуємо список вимог до товару (табл. 4.6).

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	66

Таблиця 4.6 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
Створення пристрою, що підвищує безпеку велосипедистів в момент руху містом при поганій видимості, підвищує зацікавленість велосипедистів одягати шолом	<ul style="list-style-type: none"> – Власники велосипедів – Служби спеціального призначення – Кур'єрські служби 	Використовують цей пристрів для виділення свого положення в транспортному потоці	Висока якість, надійність, відповідність готового пристрою заявленим характеристикам

Підводячи підсумок можна відзначити, що присутня достатня кількість клієнтів, тому вихід на ринок є доцільним.

Споживач отримає продукцію, яка буде відповідати наступним характеристикам високій надійності, високій якості та буде відповідати заявленим характеристикам.

Наступним етапом є аналіз ринкового середовища, а саме визначити фактори загроз (табл. 4.7) та фактори можливостей (табл. 4.8).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						67

Таблиця 4.7 – Фактори загроз

№ n/n	Фактор	Зміст зарози	Можлива реакція компанії
1.	Конкуренція на міжнародному ринку	Зменшення продажу	Удосконалення пристрою, вдосконалення системи керування
2.	Обслуговування	Вихід із строю пристройв	Сервісні центри для ремонту обладнання
3.	Старіння	За старілі функції	Постійний моніторинг ринку, проведення модернізації пристрою
4.	Відсутність стартового капіталу	Створення пристрою потребує закупівлі комплектуючих	Пошук інвесторів

Виходячи з вище наведеної таблиці видно, що є перешкоди для виходу на ринок. Одна з таких перешкод є конкуренція з боку закордонних компаній, тому потрібно проводити удосконалення продукції. Також, проблемою від якої незастрахований жоден пристрій є старіння. Для подолання цієї перешкоди потрібно проводити постійний моніторинг ринку та виконання модернізації продукту.

Таблиця 4.8 – Фактори можливостей

№ n/n	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Попит на продукцію	Збільшення виробництва	Впровадження модифікацій
2.	Впровадження нових технологій	Підвищення якості продукту	Зростання попиту
3.	Науково-технічні	Заміщення технології виробництва деталей	Дослідження нової технології виробництва для зміни вартості
4.	Сервісна підтримка	Високий рівень інформаційних технологій кваліфікованих робітників	Сервісне обслуговування клієнтів дистанційно і/або на місці

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						68

Продовження таблиці 4.8

5.	Робота за різних умов	Необхідність роботи за різних погодних умов	Проектування та конструювання приладу з урахуванням цих факторів
----	-----------------------	---------------------------------------------	------------------------------------------------------------------

Виконуючи аналіз можливостей можна зробити висновок, що існує перелік факторів, які забезпечують успішне впровадження пристрою продукту на ринок. Постійний моніторинг ринку дозволить впроваджувати науково-технічні новинки у пристрій, що дозволить збільшити кількість споживачів. Впровадження сервісного обслуговування дистанційного або очного сприятиме набуття хорошої репутації у клієнтів.

Далі проведемо аналіз пропозиції, де визначимо загальні риси конкуренції. Для цього виконаємо ступеневий аналіз ринку, який наведено в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства</i>
1. Чиста конкуренція	Не велика кількість компаній, які виготовляють такий продукт	Концентрація на якості та доступній ціні.
2. Глобальний рівень конкурентної боротьби	Продукція виробляється по всьому світі	Зручніша система керування, вища якість та доступна ціна.
3. Міжгалузева ознака	Продукція охоплює галузь ІТ	Розробка та покращення роботи додатку для керування.
4. Товарно-видова конкуренція	Конкуренція між товарами одного виду.	Дослідження та розробка нових технологій.
5. Цінова конкурентна перевага	Використання ціни як засіб кращих умов збути	Моніторинг цін на ринку
6. Марочна продукція	Зареєстрований бренд, марка має вплив на покупця	Реєстрація марки, рекламиування товару

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.
					69

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Наразі маємо чисту конкуренцію, бо на сьогоднішній день на ринку представлена не велика кількість конкурентів. Глобальний рівень конкуренції присутній тому, що пристрій може використовуватися в будь-якому куточку планети. Конкуренція за видом товару є товарно-видова, оскільки конкуренція спостерігається між товарами одного виду, тому потрібно проводити поліпшення якості, надійності та інноваційності приладу. Впровадження торгової марки та проведення рекламивання продукції призводить до закріплення на ринку і зростання попиту серед споживачів.

Після ступеневого аналізу конкуренції на ринку проводиться аналіз умов конкуренції в галузі за М. Порттером (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Порттером

<i>Складові</i>	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
	Lumos Livall	Наявність у конкурентів товарів аналогів.	Значення розміру поставок.	Клієнти залишають відгуки, оцінюють роботу	Закордонні фірми та перевірений товар
<i>Висновки:</i>	середня інтенсивність конкуренції прийнятна.	Глобальні ринки: ebay aliexpress. Присутні можливості входу в ринок за рахунок нової технології	Постачальники продукції встановлюють ціну	Потреби ринку встановлюють покупці	Безпечність, використання нових технологій

Аналізуючи дані табл. 4.10 можна дійти висновку, що головними факторами впливу є постачальники та споживачі. Постачальники впливають на вартість вихідної продукції та терміни її виготовлення. Споживачі – співвідношення якості до ціни.

З огляду на конкуренцію можливо зробити висновок, що є шанси конкурувати на ринку, завдяки низькій вартості та якості пристрою, що виготовляється.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	70

Проведемо визначення основних факторів конкуренто спроможності, який формується за результатами попередніх аналізів (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ n/n	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1.	Новизна і прогрес	Нова технологія, незвичайна задумка
2.	Гарантія	Гарантія від виробника
3.	Система акцій	Акційні заходи, проведення конкурсів для зацікавлення споживачів
4.	Якість	Якісний продукт, головний критерій для покупця
5.	Обслуговування	Підвищення терміну експлуатації та надання послуг сервісного обслуговування
6.	Умови роботи	Забезпечення роботи пристрою за різних кліматичних умов
7.	Універсальність	Використання пристрою на будь-яких велошоломах

Новизна полягає в розширенні функцій, які виконує шолом велосипедиста та в той же час підвищити рівень забезпечення безпеки. Універсальність пристрою має збільшити кількість продажів та зменшити вартість продукту.

Виконаємо спираючись на дані в табл. 4.11 порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту (табл. 4.12).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						71

Таблиця 4.12 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ n/ n	<i>Фактор конкурентоспроможності</i>	<i>Бали 1-20</i>	<i>Рейтинг товарів- конкурентів у порівнянні з Lumos</i>						
			3	2	1	0	1	2	3
1.	Новизна і прогрес	17			X				
2.	Гарантія	16				X			
3.	Система акцій	10			X				
4.	Якість	10			X				
5.	Обслуговування	10	X						
6.	Умови роботи	10			X				
7.	Універсальність	8				X			

Порівняльний аналіз визначив, що за таких же характеристик як у продукції конкурентів головною перевагою проекту є якість та сервісне обслуговування клієнтів.

В заключенні ринкового аналізу можливостей впровадження стартап-проекту є проведення SWOT-аналізу. SWOT-аналізу – матриця, яка містить перелік сильних та слабких сторін, загроз та можливостей. Аналіз виконується на основі попередніх результатів дослідження, які наведені в табл. 4.1 – 4.12, та представлений у табл. 4.13.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ				

Таблиця 4.13 – SWOT аналіз стартап-проекту

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
– сервісне обслуговування;	– конкуренти на міжнародному ринку;
– якість;	– старіння;
– універсальність;	– відсутність стартового капіталу.
Можливості:	Загрози:
– універсальність;	– наявність закордонних фірм конкурентів;
– робота за різних умов;	– відсутність стартового капіталу;
– сервісне обслуговування;	– залежність від постійної модифікації
– новизна;	
– збільшення попиту	

Після виконання SWOT аналіз стартап-проекту проведемо визначення альтернативи ринку впровадження проекту (табл. 4.14).

Таблиця 4.14 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Сроки реалізації
1.	Укласти договір з одним із конкурентів про співпрацю і взаємо обмін запатентованими розробками	висока	2 міс.
2.	Розширення компанії внаслідок збагачення цінними кадрами	середня	5 міс.

Першою альтернативою ринкового впровадження пропонується здійснити укладення договору з одним із конкурентів про співпрацю, що має забезпечити пришвидшити процес розвитку проекту. А також, необхідно поступово розширювати штат компанії кваліфікованими співробітниками, які будуть вносити нові ідеї.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	73

4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розробку ринкової стратегії розпочинають з визначення цільової аудиторії потенційних споживачів (табл. 4.15).

Таблиця 4.15 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№</i>	<i>Ориєнтація профілю цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтований попит в межах цільової групи</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
1	Фізичні особи	так	високий	відсутня на вітчизняному ринку	просто
2	Спеціальні служби	так	високий	відсутня на вітчизняному ринку	просто
3	Служби доставки	Так	середній	відсутня на вітчизняному ринку	просто
Які цільові групи обрано: фізичні особи та спеціальні служби					

Цільовою групою було обрано фізичних осіб та спеціальні служби, в яких є потреба у використанні пристрою. Вибір зроблений з урахування того, що ці категорії можуть забезпечити більший прибуток.

Виконаємо визначення базової стратегії розвитку в обраному сегменті клієнтів (табл. 4.16).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						74

Таблиця 4.16 – Визначення базової стратегії розвитку

<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>
Технічний проект	Стратегія спеціалізації	Адаптація до вимог ринку	Стратегія диференціації

Базовою стратегією розвитку було обрано стратегію диференціації, бо ця стратегія передбачає надання товару відмінних властивостей, що роблять товар відміним від товару конкурента [29].

На наступному етапі виконаємо визначення базової конкурентної стратегії (табл. 4.17).

Таблиця 4.17 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки</i>
ні	забирати існуючих	так, метрологічні характеристики та габаритні розміри	Стратегія заняття конкурентної ніші

В якості базової стратегії конкурентної поведінки було обрано стратегію заняття конкурентної ніші. Оскільки, потрібно постійно проводити перевагу над конкурентами та формувати прихильність споживачів.

Використовуючи результати обраних стратегій та вимоги споживачів до товару визначимо стратегію позиціювання (табл. 4.18), яка полягає у формуванні

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						75

ринкової позиції. В результаті маємо отримати узгоджену систему рішень, яка вказує напрямок роботи компанії на ринку.

Таблиця 4.18 – Визначення стратегії позиціонування

<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту</i>
Якісний виріб за доступну ціну, простота у використанні, універсальність, доступна ціна	Стратегія диференціації	Дотримання співвідношенню ціна/якість	Надійність, універсальність, доступність

Проект повинен вигравати у конкурентів у співвідношенні ціни до якості та надійності. Продукт компанії по позиціонує себе, як товар, що має високу надійність, універсальність та доступну вартість.

4.5.Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Щоб визначити маркетингову програму потрібно підсумувати результати попередніх етапів та визначити ключові переваги потенційного концепції товару (табл. 4.19).

Таблиця 4.19 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
Універсального пристрою з доступною ціною та високою надійністю	Компактний розмір, робота за будь-яких кліматичних умов	Ціна, універсальність, робота в екстремальних умовах

Потенційними перевагами товару є доступна вартість, універсальність та працездатність при складних погодних умовах.

Розробимо маркетингову модель товару (табл. 4.20). Виконаємо визначення ідеї продукту, особливості та властивості.

Таблиця 4.20 – Опис трьох рівнів моделі товару

<i>Рівні товару</i>	<i>Сутність та складові</i>			
<i>I. Товар за задумом</i>	Універсальний гаджет для велосипедистів для підвищення безпеки під час руху			
<i>II. Товар у реальному виконанні</i>	<i>Властивості/характеристики</i>	<i>M/Hm</i>	<i>Bp/Tx /Tл/E/Op</i>	
	1. Економічність	H	Bp	
	2. Якість	M	Tx	
	3. Надійність	H	Tx	
	4. Технологічність	M	Tx	
	5. Універсальність	M	Tx	
		M		
		M		
		M		
	Якість: ступінь захисту IP67			
	Пакування: картонна коробка з ущільнюючим матеріалом та інструкцією			
	Марка: FLS Tech			
<i>III. Товар із підкріпленням</i>	До продажу: рекламна компанія, гарантія			
	Після продажу: сервісне обслуговування, доставка			
	За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: патент, сертифікований документ.			

Було визначено властивості та характеристики продукту. Обумовлено стандарт захисту пристрою, спосіб пакування та дії, які слід виконати до продажу та після продажу, а саме просування товару за допомогою рекламної компанії і надання гарантії споживачу, організація обслуговування та доставки придбаного товару.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						77

В результаті придбання даного товару споживач отримує високий рівень захисту виробу, гарантію від виробника, право на сервісне обслуговування та доставку придбаного пристрою.

Для того, щоб убеїзпечити продукт від копіювання слід виконати заходи, які не допусять цього. Слід запатентувати модель виробу та корисну модель. Якщо не виконати цей етап проекту є великий ризик втратити прибуток в результаті копіювання продукту іншою компанією.

Перед виконанням наступних етапів визначимо приблизне значення витрат для створення проекту (табл. 4.21).

Таблиця 4.21 – початкові витрати проекту

<i>№</i>	<i>Стаття витрат</i>	<i>Обсяг витрат в 0-й рік, тис. грн</i>
1.	Розробка проектних матеріалів	60
2.	Робоче проектування і прив'язка проекту	25
3.	Витрати на придбання обладнання та устаткування та пристройів	50
4.	Витрати на приймально-здавальні випробування	40
5.	Витрати на придбання нематеріальних активів	15
6.	Оплата юридичних послуг	30
7.	Витрати на передвиробничі маркетингові дослідження і створення збутової мережі	80
8.	Витрати, пов'язані з формуванням персоналу	200
Разом		500

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	Арк.
						78

Наступним кроком є встановлення вартості продукту спираючись на аналіз цін товарів замінників та аналогів та врахувавши можливості цільової групи споживачів.

Межі ціни на товар, які планується встановити вказано в табл. 4.22.

Таблиця 4.22 – Визначення меж встановлення ціни

<i>Rівень цін на товари- замінники</i>	<i>Rівень цін на товари- аналоги</i>	<i>Rівень доходів цільової групи споживачів</i>	<i>Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу</i>
2-3 тис. грн	2-3 тис. грн	Середній рівень	1-2 тис. грн

Виходячи з проаналізованих даних на цьому етапі вдається досягти висновку, що рівень доходів цільової групи споживачів - середні. Оскільки, встановлено такий рівень доходів, тоді можна сказати з певністю, що продукт може зацікавити покупців з сторони вартості. А також, встановлена ціна не перевищує ціну товарів замінників та аналогів, що є безперечним плюсом з боку даного товару. Надалі завдання буде полягати у проведенні точного фінансово-економічного аналізу стартап-проекту.

Тепер необхідно провести вибір системи збуту товару, каналу збуту та посередників (табл. 4.23).

Таблиця 4.23 – Формування системи збуту

<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибина каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
Купують у малій кількості	Своєчасне надання товару та послуг, надання гарантій, забезпечення відповідних умов транспортування.	Продаж різним підприємствам та звичайним споживачам.	Спортивні магазини, інтернет магазины, магазини електроніки

Було обрано глибину каналу збуту, як напрямок розповсюдження готової продукції через різні підприємства, що має збільшити обсяги продажу та відповідно підвищити прибуток компанії.

Аналізуючи вище обрані стратегії слід вибрати стратегію маркетингової комунікації (табл. 4.24).

Таблиця 4.24 – Концепція маркетингових комунікацій

<i>Спеціфіка поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти</i>	<i>Ключові позиції, обрані для позиціонування</i>	<i>Завдання рекламиного повідомлення</i>	<i>Концепція рекламного звернення</i>
Звичайна поведінка	Виставки, конференції, інтернет-форуми	Представлення, універсальність, доступна вартість	Запевнити про необхідність використання товару	Виставки, конференції, особисті зустрічі

Основна функція маркетингової комунікації полягає у тому, щоб запевнити споживача придбати саме цей пристрій, а не інший. Завдяки широко розвинутим інформаційним технологіям виникає можливість з великою швидкістю отримувати інформацію, тому в планах для просування розробленого продукту, застосувати наступні технології як інтернет-форуми, веб-сайти, соціальні мережі, публікації у Інтернет видання. Не буде й нехтуватись паперовими носіями інформації, такими як технічні каталоги та брошури, якими будуть користуватися державні підприємства. Даний інформаційний матеріал можна побачити на технічних виставках, конференціях, в публікаціях наукових журналів [29].

4.6. Висновки до четвертого розділу

Розглянутий розділ присвячений розробленню стартап-проекту. Головним після проведення проектно-конструкторської роботи провести комерціалізацію отриманих результатів для отримання прибутку та застосування розробки.

При виконанні маркетингового аналізу стартап-проекту визначено головну ідею – шолом велосипедиста, що має підвищений рівень безпеки для пересування

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ	80

містом в транспортному потоці. Проводячи аналіз отриманих результатів можна зробити висновок, що продукт мати попит серед споживачів та має високу рентабельність, що в свою чергу має привабити інвесторів для фінансування проекту.

На початку було виконано опис ідеї проекту. Виконано аналіз потенційних споживачів та визначено слабкі та сильні сторони проекту, які впливають на його впровадження.

На наступному етапі виконано технологічний аудит. Цей крок дозволяє визначити потенціалу ідеї проекту. Після виконання цього пункту було зроблено висновок, що реалізації ідеї спирається на інноваційність підходу та полягає у проведенні програмування мікроконтролера. Для того щоб виділятися на сьогодні на ринку потрібно приділити більше уваги зовнішньому вигляду виробу та подачі споживачу.

Також, необхідно відмітити для того, щоб проект приносив прибуток потрібно проводити рекламну компанію, використовуючи інтернет платформи, соціальні мережі, написання публікацій та участь у виставках технічного устаткування.

Створений проект можливо вважати перспективним навіть не зважаючи на перепони, які є на початку запуску. До перепон відносяться присутність конкурентів на ринку, відсутність стартового капіталу та швидкого старіння пристрою. Але хоча товар має й сильні сторони такі, як доступна вартість , висока надійність, універсальність та простота у використанні.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

81

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Головним завданням магістерської дисертації є розробка, створення та дослідження пристрою, що дозволить підвищити безпеку учасників дорожнього руху на велосипедах при поганій видимості.

При виконанні магістерської дисертації на тему «Смарт-шолом велосипедиста» було виконано наступні задачі.

1. Виконано огляд смарт гаджетів для велосипедистів, які допомагають їм. Було виявлено, що пропонується не велика кількість пристрій, які допомагають попередити аварійні ситуації. Встановлено, що потрібно розробити пристрій, що буде запобігати аварійним ситуаціям та також залишатися функціональним та інформативним.

2. Проаналізовано алгоритм роботи розробленого пристрою та проведено підбір компонентів та їх огляд, для реалізації пристрою для велосипедистів. Розроблена електрична схема з'єднання компонентів з яких складається розроблений гаджет. Наведено інформацію про використані програми для програмування мікроконтролера та представлено програмний код.

3. З використання розробленої моделі було виконано тестування та записані дані акселерометра, які надалі були використані для аналізу.

4. Проаналізовано дані акселерометра та обрано оптимальний варіант закріплення гаджету на велосипеді, який дозволяє пристрою залишатися робото спроможним і зручним для використання.

5. Розроблено стартап-проект, розглянуті можливості виходу на ринок, наявність конкурентів, перешкоди, які виникнуть при реалізації проекту та аналіз витрат, що чекають у випадку спроби реалізації проекту.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

82

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лучшие гаджеты для велосипедистов и велосипеда [Електронний ресурс] // Habr. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/litemf/blog/384405/>.
2. 30 Best Bike Gadgets and Accessories for Design-Minded Riders [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://travelaway.me/bike-gadgets/>.
3. Bell L. Best Bike Tech And Cycling Gadgets 2019 [Електронний ресурс] / Lee Bell. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.forbes.com/sites/leebelltech/2019/02/27/best-bike-tech-and-cycling-gadgets-2019/#2b33f4d323ca>
4. Lumos: велошлем со стоп-сигналом и указателями поворота [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://autogeek.com.ua/lumos-veloshlem-so-stop-signalom-i-ukazatelyami-povorota/>.
5. UNLOCK YOUR BIKE WITHOUT KEYS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://bitlock.co/>.
6. Know About Difference Between Microcontroller and Microprocessor [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.tektrong.com/know-difference-microcontroller-microprocessor/>
7. Chaudhari A. 11 Difference between Microprocessor and Microcontroller [Електронний ресурс] / Aniruddha Chaudhari – Режим доступу до ресурсу: <https://www.csestack.org/what-is-difference-between-microprocessor-and-microcontroller/>.
8. ATmegaAVR Datasheet [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061A.pdf>
9. Desai P. Python Programming for Arduino / Pratik Desai. – BIRMINGHAM: Packt Publishing Ltd., 2015. – 400 с.
10. Изучаем Arduino. 65 проектов своими руками. — СПб.: Питер, 2017. — 400 с.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.
83

- 11.Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. - 2-е изд. перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 464с.: ил. - (Электроника).
- 12.Accelerometer Sensor [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/accelerometer-sensor>.
- 13.Трехосевой цифровой акселерометр, диапазон измерений $\pm 2g/ \pm 4g/ \pm 8g/ \pm 16g$ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.analog.com/ru/products/adxl345.html#product-overview>.
- 14.3-Axis, $\pm 2g/ \pm 4g/ \pm 8g/ \pm 16g$ Digital Accelerometer ADXL345 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Accelerometer/ADXL345.pdf>.
- 15.Обзор радио модуля NRF24L01 [Електронний ресурс]. - 2019. - Режим доступу до ресурсу: <https://robotchip.ru/obzor-radio-modulya-nrf24l01/>.
- 16.nRF24L01 Datasheet [Електронний ресурс]: Режим доступу: https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Pluss_Preliminary_Product_Specification_v1_0.pdf.
- 17.Работа с беспроводным трансивером nRF24L01 [Електронний ресурс]. - 2013. - Режим доступу до ресурсу: <http://blog.sci-smart.ru/2013/06/nrf24l01.html>.
- 18.CAN YOU LIVE WITHOUT THE WS2812? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://hackaday.com/2019/03/26/can-you-live-without-the-ws2812/>.
- 19.WS2812B Intelligent control LED integrated light source [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mini-tech.com.ua/download/datasheet/diode/WS2812B.pdf>.
- 20.I2C Info – I2C Bus, Interface and Protocol [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://i2c.info/>.
- 21.Understanding the I²C Bus [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ti.com/lit/an/slva704/slva704.pdf>.
- 22.I2C COMMUNICATION – ALL ABOUT I²C WITH DIAGRAMS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.
					84

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

[https://www.seeedstudio.com/blog/2019/09/26/i2c-communication-interface-and-protocol-with-diagrams/.](https://www.seeedstudio.com/blog/2019/09/26/i2c-communication-interface-and-protocol-with-diagrams/)

- 23.SPI – INTRODUCTION TO SERIAL PERIPHERAL INTERFACE [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://blog.seeedstudio.com/blog/2019/11/22/spi-introduction-to-serial-peripheral-interface/>.
24. Аврутов, В. В. Испытания инерциальных приборов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Аврутов, НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского». – Электронные текстовые данные (1 файл: 8,16 Мбайт). – Киев : НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского», 2016. – 205 с
25. Павловский М.А. Теоретическая механика/ М.А. Павловский, Т.В. Путята. – К.: Вища шк., 1985. – 328 с.
26. PlatformIO is a new generation ecosystem for embedded development [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.platformio.org/en/latest/index.html>.
27. Visual Studio Code [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://code.visualstudio.com/docs>.
28. Interfacing Micro SD Card Module with Arduino [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://lastminuteengineers.com/arduino-micro-sd-card-module-tutorial/>.
29. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ

Арк.

85