

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Комп'ютерна система моніторингу фізичної активності футболістів на основі мікроконтролера Arduino*

Виконав: студент 4 курсу, групи СІ-41
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Добровольський М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Яцишин В.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

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

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Осухівська Г.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
«27» січня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студента Добровольського Максима Сергійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютерна система моніторингу фізичної активності футболістів на основі мікроконтролера Arduino

Керівник роботи Яцишин Василь Володимирович, к.т.н., доц
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 27 » січня 2025 року № 4/7-53

2. Термін подання студентом завершеної роботи 17.06.2025р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

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

Вступ. 1. Аналіз технічного завдання

2. Проєктна частина

3. Практична частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки

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

1. Схема електрична структурна комп'ютерної системи

2. Схема електрична принципова комп'ютерної системи

3. Схема електрична з'єднань комп'ютерної системи

4. Блок схема алгоритму роботи комп'ютерної системи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Гурик О. Я. доц. каф. МТ</i>		

7. Дата видачі завдання 27.01.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Розробка технічного завдання.</i>	<i>27.01.2025р. – 02.02.2025р.</i>	<i>Викон.</i>
2.	<i>Аналіз технічного завдання на проєктування комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів</i>	<i>02.02.2025р. – 08.04.2025р.</i>	<i>Викон.</i>
3.	<i>Проєктування комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів</i>	<i>08.04.2025р. – 02.05.2025р.</i>	<i>Викон.</i>
4.	<i>Тестування комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів</i>	<i>02.05.2025р. – 02.06.2025р.</i>	<i>Викон.</i>
5.	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>02.06.2025р. – 05.06.2025р.</i>	<i>Викон.</i>
6.	<i>Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу</i>	<i>05.06.2025р. – 09.06.2025р.</i>	<i>Викон.</i>
7.	<i>Перевірка на академічний плагіат, перевірка керівником та консультантами</i>	<i>9.06.2025р. – 15.06.2025р.</i>	<i>Викон.</i>
8.	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>16.06.2025р. – 22.06.2025р.</i>	<i>Викон.</i>
9.	<i>Захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>23.06.2025р.</i>	<i>Викон.</i>

Студент

(підпис)

Добровольський Максим Сергійович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Яцишин Василь Володимирович

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Добровольський М. С. Комп'ютерна система моніторингу фізичної активності футболістів на основі мікроконтролера Arduino: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра: спец. 123 — комп'ютерна інженерія. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2025.

Ключові слова: комп'ютерна система, моніторинг, вбудована система, фізична активність футболістів, Arduino.

В кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено комп'ютерну систему моніторингу фізичної активності футболістів на основі мікроконтролера Arduino. Завданням якої є відстежувати та передавати для подальшого аналізу різні параметри їх фізичної активності під час тренувань та матчів.

В роботі проведено аналіз існуючих систем та технічного завдання на проєктування комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів, спроектовано структурну та принципову електричні схеми комп'ютерної системи. Виконано програмування та тестування комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів, що підтверджує працездатність комп'ютерної системи.

ANNOTATION

Dobrovolskyy M. S. Computerized system for monitoring the physical activity of football players based on the Arduino microcontroller: Bachelor's Graduation Thesis: speciality 123 — computer engineering. Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University, 2025.

Keywords: computer system, monitoring, embedded system, physical activity of football players, Arduino.

In the Bachelor's Graduation Thesis, a computer system for monitoring the physical activity of football players based on the Arduino microcontroller was developed. The task of which is to track and transmit for further analysis various parameters of their physical activity during training and matches.

The work analyzed existing systems and technical specifications for the design of a computer system for monitoring the physical activity of football players, designed a structural and schematic electrical diagram of the computer system. The computer system for monitoring the physical activity of football players was programmed and tested, which confirms the operability of the computer system.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ФУТБОЛІСТІВ	10
1.1. Загальні вимоги до комп'ютерної системи моніторингу	10
1.2 Аналіз існуючих комп'ютерних систем моніторингу.....	11
1.3 Аналіз технічного завдання	18
РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ФУТБОЛІСТІВ.....	21
2.1 Проектування структури комп'ютерної системи моніторингу	21
2.2 Вибір давачів і модулів	22
2.2.1 Обґрунтування вибору мікроконтролера Arduino Uno	22
2.2.2 Обґрунтування вибору модуля GPS	23
2.2.3 Обґрунтування вибору модуля ЕКГ	25
2.2.4 Обґрунтування вибору модуля акселерометра-гіроскопа	26
2.2.5 Обґрунтування вибору модуля компаса	27
2.2.6 Обґрунтування вибору давача руху.....	27
2.2.7 Обґрунтування вибору модуля Bluetooth.....	28
2.3 Опис використовуваних шин і протоколів	28
2.3.1. Шина I2C	29

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Добровольський			Комп'ютерна система моніторингу фізичної активності футболістів на основі мікроконтролера Arduino			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірів		Яцишин В.В.							6		
Консульт.								ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41			
Н. Контр.		Луцик Н.С.									
Затверд.		Осυχівська Г.М.									

2.3.2. Шина UART	30
2.4. Побудова схеми електричної принципової	31
РОЗДІЛ 3 ТЕСТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ФУТБОЛІСТІВ	36
3.1 Побудова алгоритму роботи комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності	36
3.2 Опис використовуваних бібліотек для написання коду програми	38
3.3 Опис коду програми комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності	40
3.4 Моделювання та тестування комп'ютерної системи моніторингу.....	44
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ....	49
4.1 Принципи, способи та засоби захисту населення.....	49
4.2 Естетичне оформлення робочого місця оператора ПК.....	52
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57
Додаток А Технічне завдання	61
Додаток Б Програмний код	74
Додаток Б Перелік елементів	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

7

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

GPS – Global Positioning System

HRV – Heart Rate Variability

I2C – Inter-Integrated Circuit

IMU – Inertial Measurement Unit

SDA – Serial Data

SCL – Serial Clock

TTL – Transistor-Transistor Logic

UART – Universal Asynchronous Receiver Transmitter

АЦП – Аналого цифровий перетворювач

ЕКГ – Електрокардіограма

ПК – Персональний комп'ютер

ЧСС – Частота серцевих скорочень

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

8

ВСТУП

Комп'ютерна система моніторингу фізичної активності футболістів дозволяє відстежувати та аналізувати різні параметри їхньої фізичної активності під час тренувань та матчів. Вона базується на технологіях моніторингу та аналізу даних, які допомагають тренерам та спортсменам покращувати свою фізичну підготовку та стратегію гри.

Основні функції та можливості таких систем повинні відстежувати фізичну активність спортсмена, тобто системи можуть вимірювати різні параметри, такі як швидкість, відстань, тривалість бігу, стрибки, зміни напрямку руху, навантаження на окремі групи м'язів та інші.

Дані про фізичну активність збираються та аналізуються, що дозволяє тренерам оцінювати фізичний стан гравців, визначати їхні сильні та слабкі сторони, а також розробляти індивідуальні програми тренувань. Крім того система може надавати інформацію про стан гравця в реальному часі, а також історичні дані про його активність під час минулих тренувань. І на основі цих даних, отриманих від системи, тренери можуть розробляти більш ефективні тренувальні програми, враховуючи індивідуальні потреби кожного гравця.

Аналіз даних про фізичну активність гравців під час матчів може допомогти тренерам визначити найкращу стратегію гри, а також зробити необхідні корективи під час матчу.

Також моніторинг та аналіз фізичної активності допомагає виявити ранні ознаки перевтоми або травм, що дозволяє вчасно вжити заходів для їх запобігання.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

9

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ФУТБОЛІСТІВ

1.1. Загальні вимоги до комп'ютерної системи моніторингу

Комп'ютерна система моніторингу фізичної активності футболістів повинна забезпечувати безперервний збір, обробку, збереження та візуалізацію даних про фізичні навантаження спортсменів у режимі реального часу. Основними функціональними вимогами до системи є можливість підключення та синхронізації з носимими сенсорними пристроями (GPS-трекерами, пульсометрами, акселерометрами тощо), автоматичне виявлення і фіксація основних показників фізичної активності, таких як пройдені дистанції, швидкість переміщення, кількість спринтів, рівень серцевого ритму, зона ЧСС, частота кроків та інші біомеханічні параметри. Система має підтримувати одночасний моніторинг кількох гравців, забезпечуючи стабільний зв'язок з кожним пристроєм та синхронізацію даних з центральною базою [1-5].

Програмна частина системи повинна включати модулі для обробки даних, формування звітів, візуалізації результатів у вигляді графіків, карт руху по полю, індикаторів навантаження тощо, а також можливість зберігання історичних даних для подальшого аналізу динаміки тренувального процесу. Інтерфейс користувача повинен бути інтуїтивно зрозумілим, багатомовним (у тому числі українською), з підтримкою доступу через веб-браузер або спеціалізоване мобільне застосування.

Система повинна бути захищена від несанкціонованого доступу, відповідати вимогам конфіденційності персональних даних, а також мати

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Добровольський			Аналіз технічного завдання на проєктування комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів	Літ.	Арк.
Перевір.		Яцишин В.В.					10
Реценз.						ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41	
Н. Контр.		Луцук Н.С.					
Затверд.		Осухівська Г.М.					

можливість резервного копіювання та відновлення інформації. З технічної точки зору, програмно-апаратна платформа має бути масштабованою, з можливістю інтеграції з іншими спортивно-аналітичними системами (наприклад, відеоаналізу чи електронного щоденника тренувань), і підтримувати роботу у різних умовах – як на тренувальному полі, так і в закритих приміщеннях. Додатково бажано наявність інструментів для автоматичної оцінки ризику травмування, аналізу втоми та планування відновлення.

1.2. Аналіз існуючих комп'ютерних систем моніторингу

Системи моніторингу фізичної активності футболістів — це сучасні технологічні рішення, які дозволяють у реальному часі або після тренувань і матчів фіксувати, зберігати й аналізувати ключові параметри фізичної діяльності гравців. Такі системи ґрунтуються на використанні різних типів сенсорів, модулів позиціонування (GPS/GNSS), інерціальних вимірювальних одиниць (IMU), акселерометрів, гіроскопів, серцевих моніторів, а також програмного забезпечення для візуалізації та інтерпретації даних. Найпоширеніші системи включають такі рішення, як Catapult, STATSports, Polar Team Pro, WIMU PRO, JOHAN Sports, GPEXE та Zephyr. Наприклад, система Catapult широко використовується в професійному спорті, зокрема в футболі, оскільки вона надає високоточні дані щодо навантаження, прискорень, пробігу, інтенсивності тренування, частоти серцевих скорочень, фази відновлення та потенційного ризику травм. Аналогічно, STATSports Арех дозволяє тренерам відстежувати ініціативність гравців, їхню витривалість, кількість спринтів, максимальну швидкість та загальну дистанцію за тренування або матч. Система Polar Team Pro поєднує GPS, моніторинг серцевого ритму та IMU-сенсори для детального аналізу ефективності, зокрема контролює відновлення, рівень втоми та інтенсивність

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

11

ігрових дій. Такі системи часто працюють у поєднанні з мобільними пристроями або ПК і дозволяють тренерському штабу швидко коригувати тренувальний процес, персоналізувати навантаження для кожного гравця, запобігати перенавантаженням і травмам, а також оцінювати динаміку фізичної форми протягом сезону. Загалом, системи моніторингу фізичної активності стають невід'ємною частиною сучасного професійного спорту, забезпечуючи об'єктивність у підходах до тренувального процесу й відновлення спортсменів [6-14].

Існуючі системи моніторингу фізичної активності футболістів, які широко застосовуються як у професійному спорті, так і в аматорських командах. Вони використовують різноманітні методи та технології, що дозволяють оцінювати стан гравця в режимі реального часу, аналізувати навантаження, відновлення, ефективність тренувань і ризики травм. В залежності від поставлених задач системи моніторингу будують на основі різних принципів і технологій:

1. GPS-системи використовують глобальне позиціонування для фіксації переміщень спортсмена на полі.

Система моніторингу Catapult (рис.1.1) — це високотехнологічне рішення, яке використовує поєднання GPS-модуля, акселерометра, гіроскопа та магнітометра для точного аналізу рухів і навантажень гравців під час тренувань і матчів. Пристрій кріпиться на спині у спеціальному жилеті та фіксує ключові показники, такі як пройдена дистанція, швидкість, кількість спринтів, прискорення, гальмування, стрибки, а також інтенсивність фізичного навантаження. Дані передаються на аналітичну платформу в режимі реального часу або зберігаються для подальшого аналізу. Система дозволяє тренерам індивідуально оцінювати стан кожного гравця, контролювати відновлення, уникати перенавантажень і знижувати ризик травм. Catapult активно використовується професійними футбольними клубами та збірними у всьому світі як інструмент для підвищення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

12

ефективності тренувального процесу та оптимізації ігрових навантажень [3-8].



Рисунок 1.1 – Система моніторингу Catapult

Система моніторингу STATSports (рис.1.2) — це професійне рішення, що базується на використанні GPS-технологій, інерційних сенсорів і програмного забезпечення для збору та аналізу даних про фізичну підготовку гравців. Пристрій Арех, що носить у спеціальному жилеті, фіксує такі параметри, як пройдена дистанція, максимальна та середня швидкість, кількість спринтів, зони навантаження, прискорення, гальмування та індекси втоми. Система дозволяє в реальному часі або після тренування отримувати детальні звіти про фізичний стан футболістів, порівнювати показники між гравцями та оптимізувати тренувальні плани. Завдяки точності, зручному інтерфейсу та високій надійності STATSports активно використовується провідними футбольними клубами, академіями й збірними для покращення індивідуальної підготовки, моніторингу навантажень та профілактики травм.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

13



Рисунок 1.2 – Система моніторингу STATSports

Система моніторингу Polar Team Pro (рис.1.3) — це професійна система моніторингу фізичної активності футболістів, яка поєднує GPS, акселерометри та датчики серцевого ритму для точного збору даних під час тренувань і матчів. Сенсори кріпляться на тілі гравця та вимірюють дистанцію, швидкість, прискорення, кількість спринтів, навантаження на організм і частоту серцевих скорочень.



Рисунок 1.3 – Система моніторингу Polar Team Pro

Уся інформація передається на планшет або хмарну платформу, де тренери можуть аналізувати показники в реальному часі або після занять.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

14

Система допомагає оптимізувати навантаження, контролювати відновлення, виявляти перевтому і зменшувати ризик травм. Polar Team Pro широко використовується професійними та молодіжними командами завдяки своїй точності, зручності та інтуїтивному інтерфейсу.

Датчик частоти серцевих скорочень POLAR PRO SENSOR



Рисунок 1.4 – Датчик частоти серцевих скорочень POLAR PRO SENSOR

Polar Pro Sensor являє собою компактний (36×68×13 мм), легкий (≈39 г) прилад із вбудованими GPS, оптичним сенсором ЧСС, MEMS-акселерометром, гіроскопом та цифровим компасом. Його основне призначення — використовуватись в екосистемі Polar Team Pro, що забезпечує тренерам аналіз фізичного навантаження спортсменів у реальному часі.

Система Polar Pro Sensor оцінює такі параметри:

- Частота серцевих скорочень (ЧСС), R-R інтервали, зони пульсу, спалені калорії.
- Швидкість бігу, дистанція, кроковий каденс, спринти, прискорення/гальмування — як на відкритому просторі, так і всередині приміщень.
- GPS-координати для побудови дорожніх карт руху (лише зовні).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

15

— Аналітика навантаження: дистанції за зонами швидкості, тренувальне навантаження, час відновлення.

Для передачі даних система використовує Bluetooth Smart, передача на частоті 2,4Г Гц, радіус дії — до 200 м.

Розроблений додаток цілком інтегрований із Polar Team Pro для iPad та веб-офісу, містить індивідуальні профілі гравців, шаблони зон ЧСС, та виконує експорт даних у формати CSV/PDF/Excel.

Світлодіодний дисплей в корпусі датчика індикує номер гравця, заряд батареї, синхронізацію з додатком.

Корпус датчика виготовлено з ABS та полікарбонату зміцненого скловолокном, з елементами із нержавіючої сталі. Корпус забезпечує водонепроникність до 30 м, робочу температуру датчика — від -10°C до $+45^{\circ}\text{C}$.

2. IMU-системи (інерціальні вимірювальні одиниці) в яких застосовують акселерометри, гіроскопи та магнітометри для оцінки руху частин тіла. Відомими є дві системи.

Xsens MVN – високоточна система, яка моделює тривимірні рухи для аналізу техніки бігу, поворотів, стрибків.

Simi Motion – використовується для біомеханічного аналізу руху.

Система Xsens MVN — це професійна інерціальна система 3D-моніторингу руху, яка використовує мережу бездротових сенсорів, закріплених на тілі спортсмена, для точного вимірювання положення, швидкості та кута обертання кожної частини тіла в реальному часі. Вона дозволяє моделювати біомеханіку футболіста без використання камер, що особливо корисно для аналізу техніки бігу, стрибків, поворотів і ударів у польових умовах. Натомість система Simi Motion базується на комп'ютерному зорі та відеозаписі, використовуючи камери високої швидкості для захоплення руху й подальшого аналізу траєкторії, кутів суглобів, швидкості та прискорення. Вона потребує спеціально

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

16

облаштованого простору, але забезпечує надзвичайно точну оцінку техніки виконання дій. Обидві системи застосовуються в спорті для глибокого біомеханічного аналізу, підвищення ефективності рухів і профілактики травм.

3. Системи моніторингу серцевого ритму та біомаркерів, які контролюють фізіологічний стан спортсмена (ЧСС, HRV, SpO2, температура тіла тощо). Такими є:

Firstbeat Sports – аналізує ЧСС, варіабельність пульсу, ступінь стомлення.

Polar H10 / Team System – один із найточніших нагрудних пульсометрів, синхронізується зі смартфоном або сервером тренера.

4. Відеоаналітичні системи (з елементами штучного інтелекту) Використовують комп'ютерний зір для аналізу позицій гравців та динаміки гри.

Зокрема, TRACAB (ChyronHego), це система оптичного відстеження для спортивних подій, яка в режимі реального часу визначає положення гравців і м'яча. Вона використовує камери, встановлені над спортивним майданчиком, для фіксації рухів та створення детальної тривимірної моделі події.

PlayerMaker – кріпиться на бутси гравця та аналізує торкання м'яча, паси, удари, а також техніку пересування по полю.

5. Комбіновані платформи, що поєднують різні типи сенсорів у одному рішенні: GPS, ЧСС, IMU, біомаркери тощо. Прикладом є Kinexon – ультра широкосмугова система яка точніше за GPS фіксує позиції гравців в приміщеннях (футзалі).

6. Системи аналізу сну, втоми та відновлення гравців та спортсменів після тренувань. Вони використовують різні пристрої що кріпляться на руку спортсмена. WHOOP використовує носимий браслет, що вимірює HRV,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

17

якість сну, втомлюваність. А Oura Ring використовує кільце, що оцінює сон, пульс, температуру, рівень стресу.

1.3. Аналіз технічного завдання

Комп'ютерна система моніторингу фізичної активності футболістів повинна являти собою програмно-апаратний комплекс, призначений для збору, зберігання, обробки, аналізу та візуалізації біомеханічних і фізіологічних даних гравців під час тренувань і матчів. Основною функцією системи є забезпечення точного та надійного моніторингу ключових показників фізичної активності з метою контролю навантаження, профілактики травм і підвищення ефективності тренувального процесу [1-9].

Апаратна частина системи повинна включати персональні носимі сенсори для кожного футболіста, що фіксують геолокаційні дані (за допомогою GPS або GNSS), акселерометричні дані (трьохосьові прискорення), серцевий ритм (через пульсометри або оптичні сенсори), дані про орієнтацію тіла (гіроскоп) та інші метрики, такі як температура тіла, кількість кроків, навантаження на м'язи. Сенсори мають бути ергономічними, легкими, не заважати рухам гравця, а також мати захист від вологи, пилу та механічних пошкоджень (не нижче IP67). Пристрої повинні працювати безперервно щонайменше 90 хвилин (один матч), мати надійний канал бездротового зв'язку (наприклад, BLE або Wi-Fi 6), а також автоматично синхронізуватися з базовою станцією або мобільним терміналом для передачі даних у реальному часі.

Програмна частина системи повинна реалізовуватись у вигляді серверного рішення з клієнтським інтерфейсом (через браузер, настільний або мобільний застосунок) і включати модулі збору даних, попередньої фільтрації (усунення шуму), аналітики, формування звітів і візуалізації. Після отримання даних система повинна виконувати автоматичний аналіз

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

18

фізичного навантаження, розраховуючи такі ключові показники, як загальна пройдена дистанція, кількість і тривалість спринтів, максимальна та середня швидкість, час активної та пасивної фази, інтенсивність навантаження в зонах ЧСС, кількість прискорень та гальмувань, повторюваність динамічних зусиль. Важливим є також формування навантажувального профілю кожного гравця з урахуванням його індивідуальних фізіологічних параметрів.

Система повинна дозволяти візуалізацію даних у режимі реального часу для тренерів і спортивних аналітиків: наприклад, у вигляді карти руху гравця по полю, графіків навантаження, показників ЧСС у динаміці, теплових карт активності тощо. Крім того, має бути реалізований інструмент формування індивідуальних і командних звітів за день, тренування, матч або довільний період, з можливістю експорту у формати CSV, PDF або інтеграції з іншими спортивними платформами через API.

До функціональних вимог також належать можливість збереження історичних даних з побудовою аналітики змін стану гравця у середньо- та довгостроковому періоді, включаючи виявлення ризику перенавантаження, хронічної втоми та потенційних травм. Інтеграція з медичними та відновлювальними системами (наприклад, електронними медичними картками, платформами реабілітації) є бажаною.

Система повинна бути багатокористувацькою з розподілом ролей (тренери, лікарі, аналітики, адміністрація), мати засоби аутентифікації, авторизації та шифрування даних, а також відповідати вимогам національного законодавства щодо захисту персональних даних. Важливою є можливість локального та хмарного зберігання інформації з резервним копіюванням та відновленням у разі збою.

Крім того, система має бути масштабованою – із можливістю розширення кількості одночасно відстежуваних гравців (щонайменше до 25 осіб) та адаптивною до різних умов експлуатації, включаючи стадіон, криті зали, тренажерні комплекси. Повинна бути забезпечена підтримка мобільної

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

Арк.

19

роботи (наприклад, під час виїзних матчів), автономна робота базової станції, а також технічна підтримка та оновлення програмного забезпечення.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ФУТБОЛІСТІВ

2.1. Проєктування структури комп'ютерної системи моніторингу

При проєктуванні комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів необхідно враховувати вимоги технічного завдання та використовувати сучасну базу існуючих датчиків на MEMS технологіях та мікропроцесорах. Структурна схема комп'ютерної системи моніторингу наведена на рис.2.1.

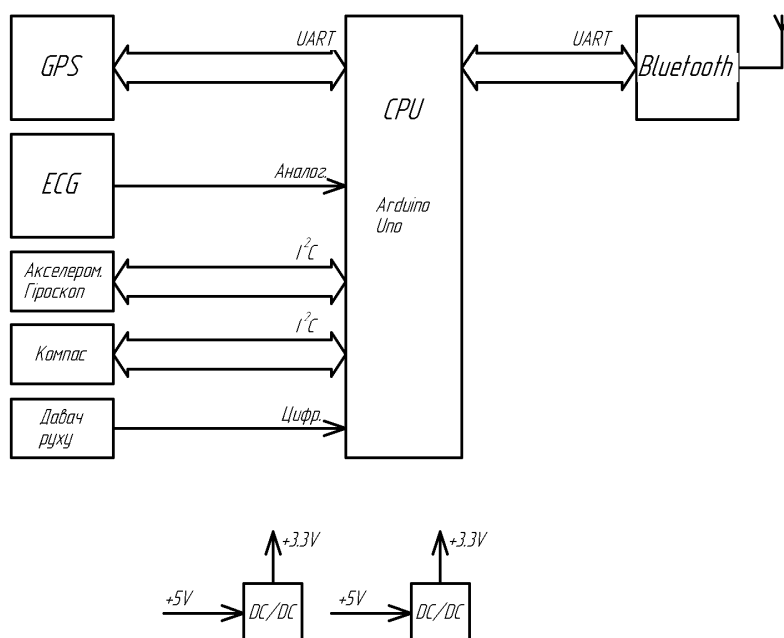


Рисунок 2.1 – Структурна схема комп'ютерної системи моніторингу

Структурна схема комп'ютерної системи моніторингу складається з датчиків різноманітних параметрів руху людини і фізіологічної активності організму. Зокрема модуля GPS який використовується для відстеження руху футболіста на полі та отримання точного часу, модуля для відбору електрокардіограм ЕКГ. Акселерометра – гіроскопа, завдання якого ловити

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Добровольський			Проектування комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Яцишин В.В.								21	
Реценз.								ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41			
Н. Контр.		Луцик Н.С.									
Затверд.		Осухівська Г.М.									

моменти руху і прискорень і нахилів і маневрів гравця. Компаса, що відслідковує орієнтацію тіла гравця стосовно сторін світу, та Давача руху, який відслідковує нахили, розвороти і положення тіла гравця. Всі ці модулі і давачі відображають параметри положення, руху, маневрів, фізичного і фізіологічного стану футболіста під час тренувань. Вони опрацьовуються за допомогою модуля мікроконтролера Arduino Uno, основне завдання якого отримувати дані і формувати пакет для передавання на центральний пристрій за допомогою модуля Bluetooth.

2.2. Вибір давачів і модулів

2.2.1. Обґрунтування вибору мікроконтролера Arduino Uno

Arduino Uno (див. рис.2.2) — це одна з найпопулярніших платформ для розробки вбудованих систем. Однією з основних переваг є її простота використання. Середовище розробки Arduino IDE (Integrated Development Environment) є інтуїтивно зрозумілим і дозволяє швидко почати писати код не маючи досвіду програмування. Завдяки спрощеній мові програмування, що базується на C++ можна легко створювати і завантажувати програми на платформу.

Іншою важливою перевагою є її open-source вихідний код. Це означає, що апаратна частина та програмне забезпечення є вільно доступними для модифікації, поширення та вдосконалення, що полегшує роботу розробників. Також існуюча велика спільнота постійно створює нові бібліотеки, приклади коду та проекти, які значно спрощують процес розробки та дозволяють швидко знаходити рішення типових проблем. Велика кількість доступних ресурсів по програмуванню і розробці, це ще один плюс Arduino Uno. Оскільки в інтернеті можна знайти безліч уроків, посібників, відео та форумів, де можна отримати допомогу у вирішенні завдань.

Ціна Arduino Uno також є значною перевагою. Вона відносно недорога,

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

що робить її доступною для широкого кола користувачів. Наявність великої кількості додаткових модулів і пристроїв розширення (shields), які легко підключаються до Arduino Uno і розширюють її функціональність, значно спрощує створення складних проектів без необхідності складного монтажу. Надійність і стабільність роботи платформи, а також її стійкість до помилок, роблять її чудовим інструментом для розробок та експериментів. Зрештою, універсальність Arduino Uno дозволяє використовувати її в найрізноманітніших проектах: від простих пристроїв до складних робототехнічних систем, систем "розумного будинку", автоматизації та інтернету речей (IoT).

Arduino UNO Pinout

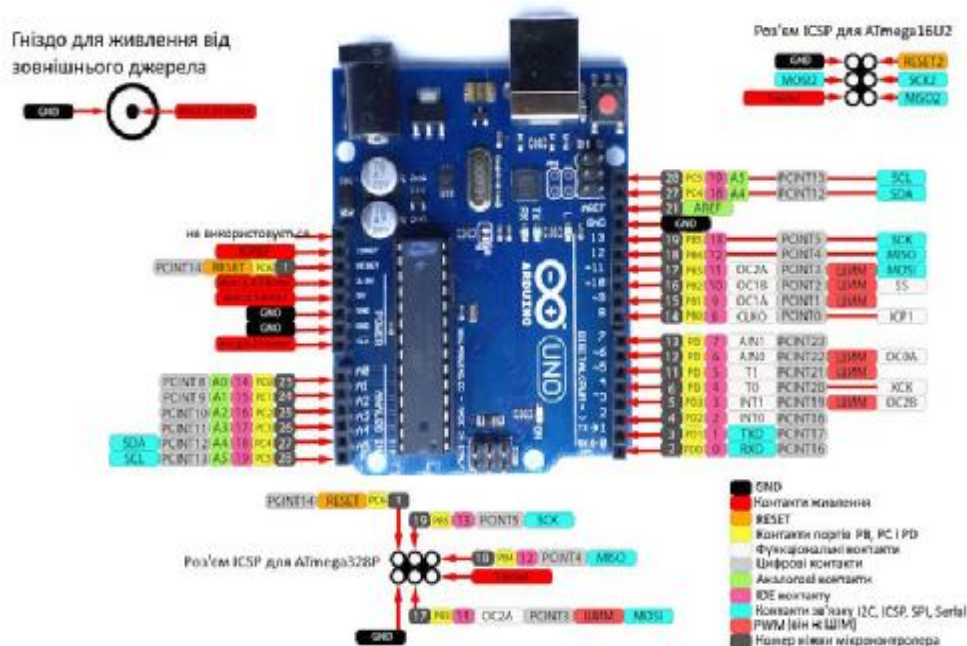


Рисунок 2.2 – Платформа Arduino Uno

2.2.2. Обґрунтування вибору модуля GPS

GY-NEO6MV2 — це компактний GPS-модуль, призначений для визначення місцезнаходження, швидкості та висоти, що базується на чипі U-blox NEO-6M. Він живиться від 3.3 до 5 В постійного струму і має низьке робоче споживання струму (близько 45 мА), що робить його придатним для

портативних пристроїв. Модуль підключається до мікроконтролерів (Arduino або Raspberry Pi) через інтерфейс RS232 TTL (послідовний порт UART), використовуючи стандартні TX/RX піни. Типова швидкість передачі даних за замовчуванням становить 9600 бод, але може бути налаштована в діапазоні від 4800 до 115200 бод. Однією з ключових особливостей є вбудована пам'ять EEPROM, яка дозволяє зберігати конфігураційні параметри навіть після вимкнення живлення, а також наявність резервної батареї для збереження даних про час та супутники, що прискорює первісне захоплення сигналу (cold start) до 27 секунд, а повторне (hot start) – до 1 секунди. Модуль оснащений керамічною антеною для кращого прийому сигналу та світлодіодним індикатором, який блимає при отриманні сигналу GPS. Він може оновлювати дані позиціонування з максимальною частотою 5 Гц (за замовчуванням 1 Гц) і виводить дані в стандартному форматі NMEA, який легко парситься для отримання інформації про широту, довготу, час, кількість супутників та інші параметри. Робочий температурний діапазон модуля становить від -40°C до +85°C.



Рисунок 2.3 – Модуль GPS GY-NEO6MV2

2.2.3. Обґрунтування вибору модуля ЕКГ

Модуль AD8232 для ЕКГ — це спеціалізований датчик, призначений для вимірювання електричної активності серця та генерації ЕКГ-сигналу. Його напруга живлення від 2.0 до 3.5 В постійного струму при дуже

низькому споживанні струму, близько 170 мкА, що робить його ідеальним для портативних пристроїв. Модуль має аналоговий вихід, що дозволяє легко підключати його до аналогових входів мікроконтролерів, таких як Arduino. Важливою особливістю є вбудована система фільтрації: він містить двополюсний високочастотний фільтр для зменшення артефактів руху та потенціалу електродів, а також триполюсний низькочастотний фільтр для усунення зайвого шуму, забезпечуючи чистий і точний сигнал. Модуль підтримує конфігурацію з двома або трьома електродами (RA, LA, RL для правої руки, лівої руки та правої ноги відповідно). Він також оснащений детектором відключення електродів (Leads-Off Detection), який сигналізує, якщо один з електродів від'єднався, що підвищує надійність вимірювань. Коефіцієнт ослаблення синфазного сигналу (CMRR) становить 80 дБ (від DC до 60 Гц), що вказує на його здатність ефективно протидіяти завадам 50Гц від мережі, які є спільними для всіх електродів. AD8232 має вбудований підсилювач (Right Leg Drive), який допомагає зменшити загальні шуми. Наявність світлодіодного індикатора на платі, що синхронізується з серцебиттям, візуально підтверджує коректну роботу. Модуль має компактні розміри (типово близько 36мм x 28мм x 7мм) та стандартний 3.5 мм роз'єм для підключення електродів.



Рисунок 2.4 – Модуль ЕКГ AD8232

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2.2.4. Обґрунтування вибору модуля акселерометра-гіроскопа

Модуль MPU-6050 є інтегрованим 6-осьовим давачем руху, який поєднує в собі 3-осьовий гіроскоп та 3-осьовий акселерометр на одному кристалі, а також вбудований цифровий процесор (DMP). Він здатний вимірювати прискорення та кутову швидкість (швидкість обертання) об'єкта вздовж осей X, Y та Z. Для зв'язку з мікроконтролерами (Arduino) використовується стандартний інтерфейс I2C (TWI) з адресами 0x68 або 0x69. Модуль живиться в діапазоні від 2.375 В до 5 В (однак MPU-6050 працює на 3.3 В).

Акселерометр MPU-6050 має програмований діапазон повного масштабу: $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$ та $\pm 16g$, забезпечуючи високу чутливість (16384 LSB/g для $\pm 2g$). Гіроскоп також програмується з діапазонами ± 250 , ± 500 , ± 1000 та ± 2000 градусів за секунду (dps), що дозволяє точно відстежувати як швидкі, так і повільні рухи.

Крім цього, модуль оснащений цифровим датчиком температури, що може бути корисним для компенсації температурних дрейфів або для загального моніторингу навколишнього середовища. Вбудований Digital Motion Processor (DMP) може обробляти складні алгоритми злиття даних (MotionFusion) без завантаження основного мікроконтролера, що дозволяє отримувати вже оброблені дані, такі як кути Ейлера (крен, тангаж, рискання), кватерніони або матриці обертання. Наявність допоміжної шини I2C дозволяє підключати зовнішні датчики, розширюючи функціональність до 9-осьової системи відстеження руху. Модуль також має цифровий вихід переривання (INT), який може сигналізувати про наявність нових даних або про виявлення певних рухів, що робить його енергоефективним для багатьох застосувань. Ці параметри роблять MPU-6050 універсальним рішенням для робототехніки, систем стабілізації, ігрових контролерів та інших систем, де потрібен точний контроль руху та орієнтації.

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



Рисунок 2.5 – Акселерометр MPU-6050

2.2.5. Обґрунтування вибору модуля компаса

QMC5883L — це тривісний цифровий магнітометр, який використовується для вимірювання магнітного поля та орієнтації в просторі. Він підтримує інтерфейс I²C, має роздільну здатність до 0,1 мікротесли, діапазон вимірювання ± 2 до ± 8 гаусів, частоту оновлення даних від 10 до 200 Гц і вбудований температурний датчик для компенсації вимірювань. Напруга живлення становить 2,16–3,6 В, а струм споживання — близько 100 мкА в активному режимі. Завдяки мініатюрним розмірам і низькому енергоспоживанню QMC5883L широко використовується в навігаційних системах, компасах, робототехніці та мобільних пристроях.



Рисунок 2.6 – Модуль компаса QMC5883L

2.2.6. Обґрунтування вибору датчика руху

SW-520D — це простий механічний датчик нахилу та вібрації, який працює як нормально розімкнутий контакт і замикається при нахилі або вібрації. Його робоча напруга становить 3–5 В, струм споживання — менше 1 мА. Датчик має циліндричну металеву конструкцію зі скляною кулькою або контактами всередині, які при русі або коливанні замикають електричне коло. SW-520D використовується в охоронних системах, робототехніці,

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

іграшках, системах сигналізації та детекторах руху як дешеве рішення для виявлення механічного впливу або зміни положення.



Рисунок 2.7 – Модуль давача руху SW-520D

2.2.7. Обґрунтування вибору модуля Bluetooth

Модуль Bluetooth 4.0 на CC2541 (HM-10) — це енергоефективний бездротовий модуль, що працює на частоті 2,4 ГГц та підтримує протокол BLE (Bluetooth Low Energy). Він забезпечує дальність до 50 метрів, має швидкість передачі даних до 2 Мбіт/с, напругу живлення 3,3–6 В та споживання струму близько 8 мА в активному режимі та менше 1 мкА в режимі сну. Модуль підтримує UART-інтерфейс для обміну з мікроконтролерами, працює як у режимі майстра, так і у режимі слейва, та конфігурується через AT-команди. HM-10 широко використовується в IoT-пристроях, розумних годинниках, датчиках і системах автоматизації.



Рисунок 2.8 – Модуль Bluetooth 4.0 на CC2541 (HM-10)

2.3. Опис використовуваних шин і протоколів

На структурній схемі (див. рис.2.1) використано кілька цифрових шин для обміну даними між здавачами і модулями з мікроконтролером Arduino. Зокрема для в'язку з акселерометром-гіроскопом та цифровим компасом

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

використано шину I2C, а для обміну даними між модулем Bluetooth, модулем GPS і мікроконтролером Arduino використано шину UART.

2.3.1. Шина I2C (Inter-Integrated Circuit). Це популярний послідовний протокол зв'язку, для з'єднання мікроконтролерів з периферійними пристроями на коротких відстанях, зазвичай в межах однієї плати. З використанням мінімальної кількості проводів для обміну даними, використано лише дві лінії – SDA (Serial Data) для передачі даних і SCL (Serial Clock) для синхронізації.

I2C є напівдуплексним протоколом, тобто дані можуть передаватися в обох напрямках, але не одночасно. Вона підтримує конфігурації multi-master/multi-slave, де один або декілька майстер-пристроїв можуть ініціювати зв'язок зі слейв-пристроями. Кожен слейв-пристрій на шині має унікальну 7- або 10-бітну адресу, що дозволяє майстру звертатися до конкретного пристрою.

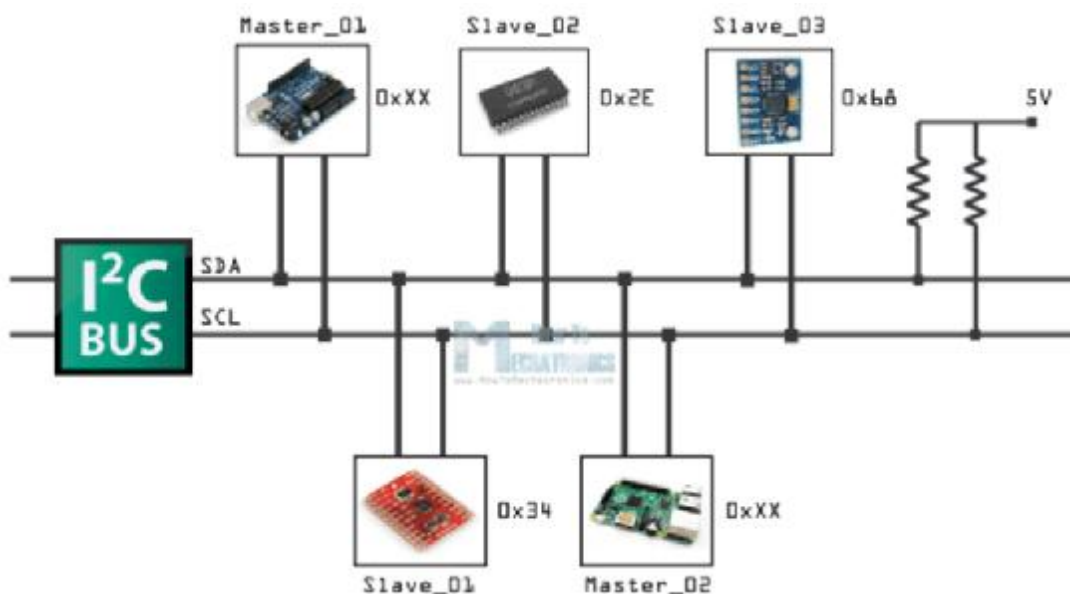


Рисунок 2.9 – Схема підключення до шини I2C

Адресація на шині I2C є ключовим елементом, що дозволяє майстер-пристрою ідентифікувати та спілкуватися з конкретним слейв-пристроєм серед багатьох, підключених до однієї шини. Кожен слейв-пристрій має унікальну адресу, яка передається від майстра на початку кожної транзакції.

Зазвичай використовується 7-бітна адресація, що теоретично дозволяє підключити до 128 унікальних пристроїв на одній шині (від 0x00 до 0x7F у шістнадцятковому форматі). Однак, деякі адреси зарезервовані для спеціальних цілей (General Call для звернення до всіх пристроїв одночасно), тому фактична кількість доступних адрес дещо менша. Коли майстер-пристрій ініціює зв'язок, він надсилає один байт, де перші 7 біт містять адресу слейва, а останній, 8-й біт (LSB), є бітом читання/запису (R/W): '0' вказує на операцію запису (майстер пише до слейва), а '1' – на операцію читання (майстер читає зі слейва). Слейв-пристрій, чия адреса співпадає з отриманою, відповідає підтвердженням (ACK), після чого починається обмін даними.

Зв'язок на шині I2C починається з умови START, яку генерує майстер, і закінчується умовою STOP. Дані передаються побайтно (8 біт) з підтвердженням (ACK/NACK) від приймача після кожного байта. Лінії SDA та SCL є відкритими стоками (open-drain) і вимагають зовнішніх підтягуючих резисторів (pull-up resistors) для підтримки високого рівня, що дозволяє кільком пристроям ділити одну шину.

Існують різні режими швидкості: стандартний режим (Standard-mode) до 100 кбіт/с, швидкий режим (Fast-mode) до 400 кбіт/с, Fast-mode Plus до 1 Мбіт/с та High-speed mode до 3.4 Мбіт/с, а також Ultra Fast-mode (до 5 Мбіт/с, лише для запису). Завдяки своїй простоті, ефективності та мінімальному використанню контактів, I2C широко застосовується у вбудованих системах для підключення датчиків, дисплеїв, пам'яті EEPROM, годинників реального часу та інших периферійних пристроїв.

2.3.2. Шина UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) — це один з найпростіших і найпоширеніших послідовних протоколів зв'язку, який використовується для двостороннього обміну даними між двома пристроями. На відміну від I2C, UART є асинхронним, тобто для синхронізації даних не потрібна окрема тактова лінія. Замість цього, обидва пристрої повинні бути

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

налаштовані на однакову швидкість передачі даних, або бодрейт (наприклад, 9600, 115200 біт/с). Зв'язок UART вимагає лише дві лінії передачі даних: TX (Transmit), яка використовується для надсилання даних, та RX (Receive), яка використовується для прийому даних.

Передача даних відбувається послідовно, біт за бітом. Кожен пакет даних (зазвичай 8 біт) починається зі стартового біта, за яким слідує самі дані, потім необов'язковий біт парності (для перевірки помилок) і один або кілька стоп-бітів, що позначають кінець пакета. Це дозволяє приймачу визначити початок і кінець кожного байта.

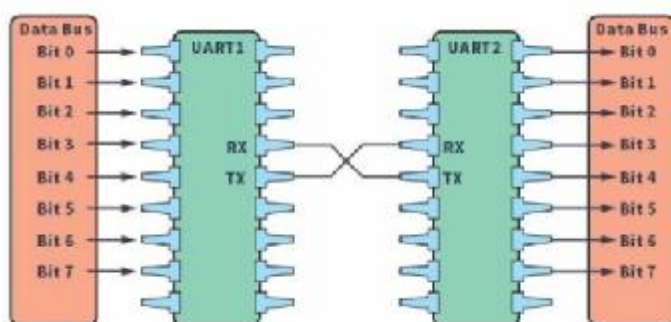


Рисунок 2.10 – Схема підключення до шини UART

UART є повнодуплексним протоколом, що означає, що обидва пристрої можуть одночасно надсилати та приймати дані. Цей протокол є дуже гнучким і широко використовується для зв'язку між мікроконтролерами та різними периферійними пристроями, такими як GPS-модулі, Bluetooth-модулі, GSM-модулі, а також для налагодження та взаємодії з комп'ютером через USB-UART перетворювачі.

2.4. Побудова схеми електричної принципової

Використовуючи технічну документацію на використовувані модулі і давачі, знаходимо їх типові схеми включення і будуємо схему електричну принципову.

Типова схема включення модуля GPS наведена на рисунку 2.11.

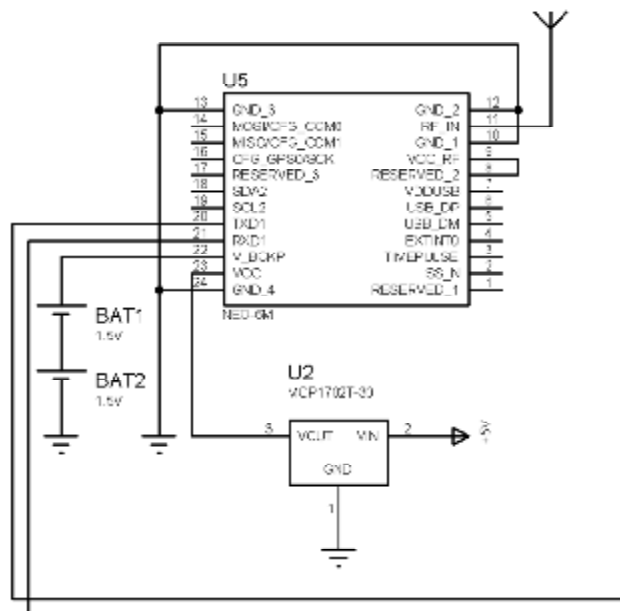


Рисунок 2.11 – Типова схема включення модуля GPS

Типова схема включення модуля GPS NEO-6M містить лише компоненти зовнішньої обв'язки у вигляді батареї резервного живлення модуля пам'яті та стабілізатора напруги живлення. Всі решта компоненти містяться в самому чипі що виготовлений у вигляді гібридної мікросхеми.

Типова схема включення модуля ЕКГ наведена на рисунку 2.12.

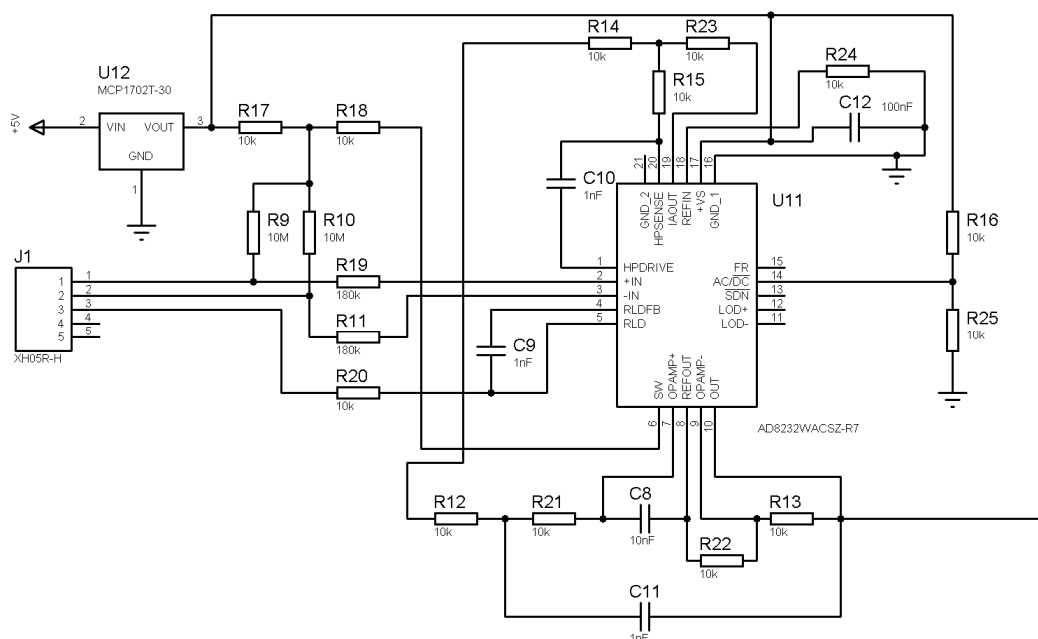


Рисунок 2.12 – Типова схема включення модуля ЕКГ AD8232.

Модуль ЕКГ побудований на базі мікросхеми AD8232 яка використовує багато резисторів і конденсаторів, що працюють як фільтри або узгодження входних електродів.

Типова схема включення модуля акселерометра-гіроскопа MPU-6050 наведена на рисунку 2.13.

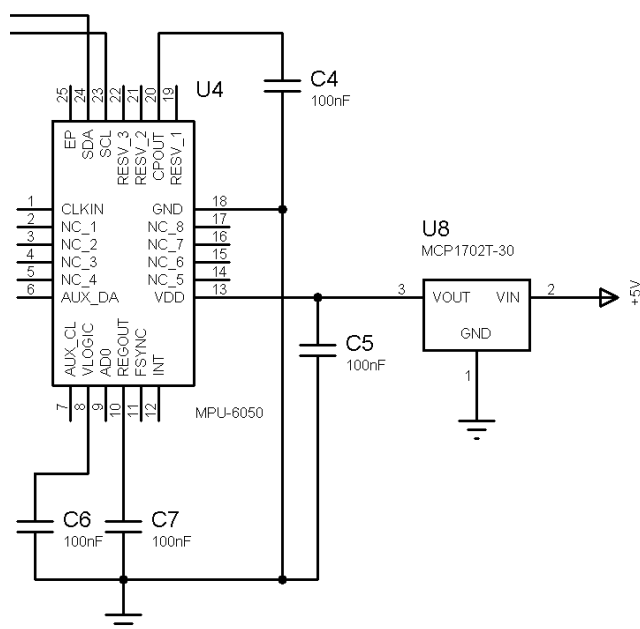


Рисунок 2.13 – Типова схема включення модуля акселерометра-гіроскопа MPU-6050

Модуль акселерометра-гіроскопа MPU-6050 побудований на мікросхемі MPU-6050, яка містить і давачі, і спеціалізований процесор для опрацювання сигналів з цих давачів, потребує мінімальну кількість компонентів обв'язки що виконують роль фільтрів живлення для вбудованих підсилювачів сигналів з давачів.

Типова схема включення модуля компаса наведена на рисунку 2.14.

Типові схеми включення модулів, також містять лінійні малошумні стабілізатори напруги МСР1702Т, для локального живлення модулів напругою +3,3В.

					<i>КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 3 ТЕСТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ФУТБОЛІСТІВ

3.1. Побудова алгоритму роботи комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності.

Комп'ютерна система моніторингу фізичної активності футболістів виконує моніторинг кількох параметрів фізичної активності спортсменів і отримані дані надсилає на ПК для наступного аналізу стану їх здоров'я та фізичної форми. Передача даних відбувається з періодичністю в 1 с. Тому початок роботи комп'ютерної системи моніторингу стартує з ініціалізації задіяних в мікроконтролері портів і функціональних блоків, зокрема шин I2C, UART та АЦП. Наступним кроком це є встановлення з'єднання з ПК за допомогою модуля Bluetooth із наступною перевіркою чи встановлено з'єднання. Якщо воно відсутнє, то відбувається повторне з'єднання доки воно не буде налаштовано.

Після підтвердження наявності Bluetooth з'єднання відбувається відбір електрокардіосигналу тривалістю в 1с., цей період зумовлено тим, що пульс людини в нормі становить 60 ударів в хвилину, а при фізичному навантаженні він може підскочити і до 200 ударів за хв., тобто при тривалості в 1/60 хвилини тобто в 1с. буде записано повний ЕКГ цикл серцевого ритму. Наступним відбувається опитування модуля GPS з якого отримуємо точний час і координати знаходження гравця в цей час. Далі відбувається опитування датчиків: акселерометра, компаса і датчика руху.

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Добровольський			Тестування комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Яцишин В.В.								36	
Реценз.								ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41			
Н. Контр.		Луцик Н.С.									
Затверд.		Осухівська Г.М.									

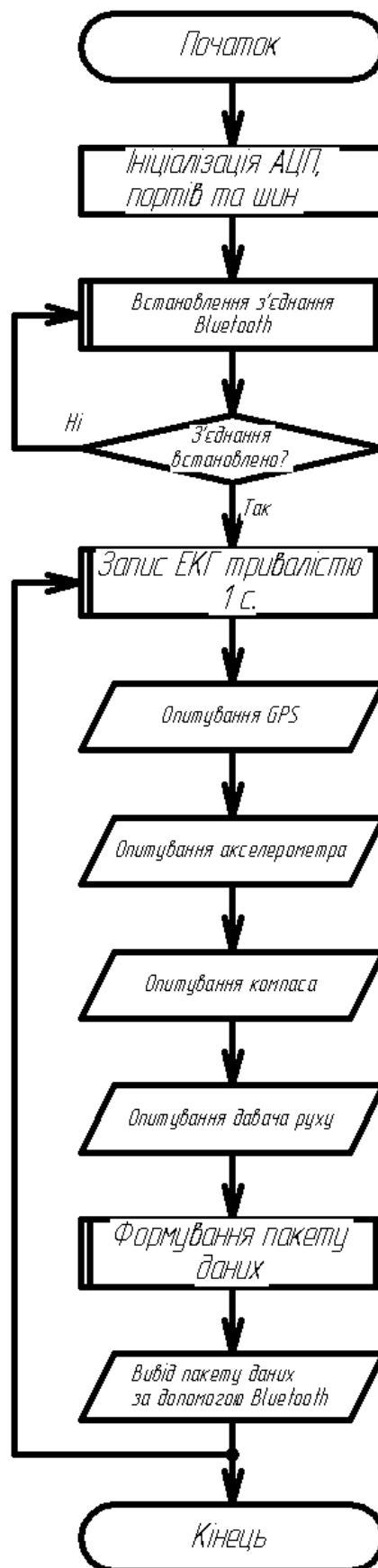


Рисунок 3.1 – Блок схема алгоритму роботи комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності

Після опитування давачів, необхідно опрацювати дані, зокрема з даних з модуля GPS необхідно виділити координати і точний час, щоб всі решту даних прив'язати до мітки часу. Після чого відбувається формування пакету даних для передачі на ПК для подальшого опрацювання. Відповідно наступний крок це передача сформованого пакету за допомогою модуля Bluetooth.

По завершенні передачі з формованого пакету програма переходить назад до запису ЕКГ, тому весь цикл запису і передачі, тобто роботи системи триватиме близько 1 с.

3.2. Опис використовуваних бібліотек для написання коду програми

Arduino.h — це основна бібліотека середовища Arduino, яка включає базові функції та макроси, необхідні для роботи з мікроконтролерами. Вона оголошує стандартні функції, такі як pinMode(), digitalWrite(), digitalRead(), analogRead(), analogWrite(), а також системні функції millis(), delay() і attachInterrupt(). Бібліотека автоматично підключається до кожного Arduino-скетчу та забезпечує доступ до апаратних ресурсів плати, полегшуючи розробку мікроконтролерних застосунків без глибокого знання архітектури чипа.

BLEHM10.h — це бібліотека для Arduino, призначена для спрощеного керування модулем Bluetooth HM-10, який працює за стандартом Bluetooth Low Energy (BLE). Вона забезпечує зручний інтерфейс для обміну даними через послідовний порт, дозволяє надсилати й приймати текстові повідомлення, а також використовувати AT-команди для налаштування модуля, зокрема зміни імені пристрою, паролю, швидкості передачі та режиму роботи. Бібліотека підтримує сумісність із будь-яким Arduino, що має UART або програмований послідовний порт, і використовується в

проєктах бездротового керування, IoT, автоматизації та обміну даними між мікроконтролером і смартфоном.

SoftwareSerial.h — це стандартна бібліотека Arduino, яка дозволяє створювати додаткові програмні UART-порти на будь-яких цифрових пінів мікроконтролера, що дає змогу передавати та приймати дані послідовно поряд з основним апаратним портом. Вона підтримує передачу даних на швидкостях до 9600–115200 бод, хоча оптимальна стабільність досягається на нижчих швидкостях. Бібліотека корисна для підключення модулів, як-от Bluetooth, GPS, GSM чи інших пристроїв, що потребують послідовного зв'язку, особливо на платах з одним апаратним UART, таких як Arduino Uno.

Adafruit_GPS.h — це бібліотека для Arduino, яка забезпечує зручну роботу з GPS-модулями на базі чипів MTK3339 і сумісними з NMEA-протоколом. Вона дозволяє легко зчитувати й обробляти дані про координати, висоту, швидкість, напрямок, час, дату та кількість супутників. Бібліотека підтримує як апаратний, так і програмний послідовний інтерфейс, дозволяє налаштовувати частоту оновлення, типи NMEA-повідомлень та використовувати запити на дані. Adafruit_GPS.h широко застосовується в проєктах навігації, трекінгу та геолокації з використанням Arduino.

HMC5883L.h — це бібліотека для Arduino, яка забезпечує зручну роботу з тривісним магнітометром HMC5883L через інтерфейс I²C. Вона дозволяє зчитувати значення магнітного поля по трьох осях (X, Y, Z), обчислювати азимут (кут напрямку компаса) та налаштовувати режим роботи й чутливість сенсора. Бібліотека спрощує інтеграцію датчика в навігаційні, робототехнічні та орієнтаційні проєкти, забезпечуючи стабільну обробку даних без необхідності самостійної реалізації I²C-комунікації та математичних обчислень.

MPU6050.h — це бібліотека для Arduino, яка забезпечує зручну роботу з шестивісним сенсором MPU6050, що містить тривісний акселерометр і тривісний гіроскоп. Вона дозволяє зчитувати прискорення, кутові швидкості, температуру, а також обчислювати орієнтацію за допомогою фільтрів

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

(комплементарного або Калмана). Бібліотека використовує I²C-інтерфейс і значно спрощує налаштування та отримання даних із датчика, що робить її корисною для проєктів, пов'язаних із стабілізацією, робототехнікою, вимірюванням нахилу та руху.

3.3. Опис коду програми комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності.

Першим етапом виконання програми є підключення бібліотек які описано вище. Підключаємо наступні бібліотеки:

`#include "Arduino.h"` Це є основна бібліотека, яка є фундаментом для будь-якого коду Arduino.

`#include "BLEHM10.h"` Бібліотека для роботи з модулем Bluetooth Low Energy HM-10.

`#include "SoftwareSerial.h"` Бібліотека що дозволяє емулювати додатковий послідовний порт на цифрових виводах, оскільки у плати Arduino Uno є лише один апаратний Serial порт, який зазвичай використовується для зв'язку з комп'ютером. Тут він використовується для підключення модуля GPS.

`#include "Adafruit_GPS.h"` Спеціалізована бібліотека для зручної роботи з GPS-модулем від компанії Adafruit.

`#include "HMC5883L.h"` Бібліотека для взаємодії з цифровим компасом (магнітометром) HMC5883L.

`#include "MPU6050.h"` Бібліотека для роботи з модулем MPU6050, який поєднує в собі акселерометр та гіроскоп.

`#include "Wire.h"` та `#include "I2Cdev.h"` Ці бібліотеки необхідні для роботи з шиною I2C до якої приєднано компас та MPU6050 спілкуватися з Arduino, використовуючи лише два дроти.

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```
// Include Libraries
#include "Arduino.h"
#include "BLEHM10.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include "Adafruit_GPS.h"
#include "HMC5883L.h"
#include "MPU6050.h"
#include "Wire.h"
#include "I2Cdev.h"
```

Рисунок 3.2 – Лістинг коду підключення бібліотек

У цій частині коду за допомогою директиви `#define` виводам плати Arduino присвоюються зрозумілі імена. Це робить код більш читабельним і дозволяє легко змінювати підключення компонентів, не шукаючи номери виводів по всьому коду.

BLEHM10_PIN_TXD та BLEHM10_PIN_RXD Призначаємо виводи для передачі (TX) та прийому (RX) даних для модуля Bluetooth.

GPSADAFUIT_PIN_RX та GPSADAFUIT_PIN_TX Призначаємо виводи для програмного серійного порту, до якого підключений GPS-модуль.

HEARTRATE_PIN_SIG Призначаємо виводи для зчитування сигналу з датчика серцевого ритму.

VIBRATIONSENSOR_5V_PIN_2 Призначаємо виводи для датчика вібрації.

```
// Pin Definitions
#define BLEHM10_PIN_TXD 11
#define BLEHM10_PIN_RXD 10
#define GPSADAFUIT_PIN_RX 3
#define GPSADAFUIT_PIN_TX 2
#define HEARTRATE_PIN_SIG A3
#define VIBRATIONSENSOR_5V_PIN_2 4
```

Рисунок 3.3 – Лістинг коду присвоєння імен виводам

В цій частині коду оголошуються глобальні змінні та створюються об'єкти, які будуть доступні з будь-якої частини програми.

Глобальні змінні:

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

blehm10Str — змінна типу String для зберігання текстових даних, отриманих по Bluetooth.

Timer — зберігає час для періодичного виконання дій зокрема для виведення даних GPS кожної 1 секунди.

usingInterrupt — прапорець, що вказує, чи використовуються переривання для GPS.

mpu6050Ax, mpu6050Ay, ...: — змінні для зберігання сирих даних з осей акселерометра та гіроскопа.

Ініціалізація об'єктів, тобто створюються екземпляри класів для кожного сенсора (blehm10, gpsSerial, gpsAdafruit, compass, mpu6050). Кожен об'єкт представляє собою конкретний фізичний пристрій, з яким буде працювати програма.

Змінні для меню типу timeout, menuOption, time0 — змінні, що керують логікою роботи текстового меню тестування.

```
// Global variables and defines
String blehm10Str = "";
#define GPSECHO true
uint32_t timer = millis(); //timer to read & print out the current
stats
boolean usingInterrupt = false; // off by default! this keeps
track of whether we're using the interrupt
int16_t mpu6050Ax, mpu6050Ay, mpu6050Az;
int16_t mpu6050Gx, mpu6050Gy, mpu6050Gz;
// object initialization
BLEHM10 blehm10(BLEHM10_PIN_RXD,BLEHM10_PIN_TXD);
SoftwareSerial gpsSerial(GPSADAFUIT_PIN_TX,GPSADAFUIT_PIN_RX);
Adafruit_GPS gpsAdafruit(&gpsSerial);
HMC5883L compass;
MPU6050 mpu6050;

// define vars for testing menu
const int timeout = 10000;           //define timeout of 10 sec
char menuOption = 0;
long time0;
```

Рисунок 3.4 – Лістинг коду оголошення глобальних змінних

За допомогою функції setup() виконуються початкові налаштування. Також в наступному коді відбувається ініціалізація модулів і шин

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроконтролера, тобто відбувається підготовка до запуску програми.
Зокрема:

`blehm10.begin(9600)`— ініціалізує Bluetooth-модуль.

`gpsAdafruit.init()`— ініціалізує GPS-модуль.

`compass.begin(...)`— ініціалізує компас, встановлюючи магнітне
схилення для точного визначення півночі.

`Wire.begin()` та `mpu6050.initialize()`— запускає I2C-шину та ініціалізує
модуль MPU6050.

```
// Setup the essentials for your circuit to work. It runs first
every time your circuit is powered with electricity.
void setup()
{
    // Setup Serial which is useful for debugging
    // Use the Serial Monitor to view printed messages
    Serial.begin(9600);
    while (!Serial) ; // wait for serial port to connect. Needed
for native USB
    Serial.println("start");
}
```

Рисунок 3.5 – Лістинг коду початкових налаштувань

```
blehm10.begin(9600);
//This example uses HM-10 BLE to communicate with an Android
or iOS device.
//For Android download Hm BLE Terminal from google play store,
or any other BLE app.
//For iOS download LightBlue from App Store, or any other BLE
app.
//On both apps, pair and connect to your HM-10
//You should see this message your Smartphone
blehm10.println("BLE On....");
gpsAdafruit.init();
// Set declination angle on your location and fix heading
// You can find your declination on: http://magnetic-
declination.com/
// (+) Positive or (-) for negative
// For declination angle 4'36E (positive)
compass.begin(+4,36);
Wire.begin();
mpu6050.initialize();
menuOption = menu();
}
```

Рисунок 3.6 – Лістинг коду початкових налаштувань

На наступному етапі програми виконується зчитування портів вводу виводу тобто отримання даних від датчиків і модулів.

```
if (millis() - timer > 2000) {  
  timer = millis(); // reset the timer  
  Serial.print("\nTime: ");  
  Serial.print(gpsAdafruit.hour, DEC); Serial.print(':');  
  Serial.print(gpsAdafruit.minute, DEC); Serial.print(':');  
  Serial.print(gpsAdafruit.seconds, DEC); Serial.print('.');  
  Serial.println(gpsAdafruit.milliseconds);  
  Serial.print("Date: ");  
  Serial.print(gpsAdafruit.day, DEC); Serial.print('/');  
  Serial.print(gpsAdafruit.month, DEC); Serial.print("/20");  
  Serial.println(gpsAdafruit.year, DEC);  
  Serial.print("Fix: "); Serial.print((int)gpsAdafruit.fix);  
  Serial.print(" quality: ");  
  Serial.println((int)gpsAdafruit.fixquality);  
  if (gpsAdafruit.fix) {  
    Serial.print("Location: ");  
    Serial.print(gpsAdafruit.latitude, 4);  
    Serial.print(gpsAdafruit.lat);  
    Serial.print(", ");  
    Serial.print(gpsAdafruit.longitude, 4);  
    Serial.println(gpsAdafruit.lon);  
    Serial.print("Location (in degrees, works with Google Maps):  
");  
    Serial.print(gpsAdafruit.latitudeDegrees, 4);  
    Serial.print(", ");  
    Serial.println(gpsAdafruit.longitudeDegrees, 4);  
  }  
}
```

Рисунок 3.7 – Лістинг коду зчитування портів вводу виводу

Отримані дані формуються у пакет та надсилаються за допомогою модуля Bluetooth на ПК для подальшого аналізу.

3.4. Моделювання та тестування комп'ютерної системи моніторингу.

Моделювання та тестування комп'ютерної системи моніторингу проводимо у програмі Fritzing, хоча для Arduino існує багато платформ для моделювання роботи програмного коду, однак Fritzing має значну базу компонентів і модулів сумісних з Arduino.

Моделювання розпочинаємо з приєднання модуля магнетометра до шини I2C плати Arduino, див. рис.3.8.

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

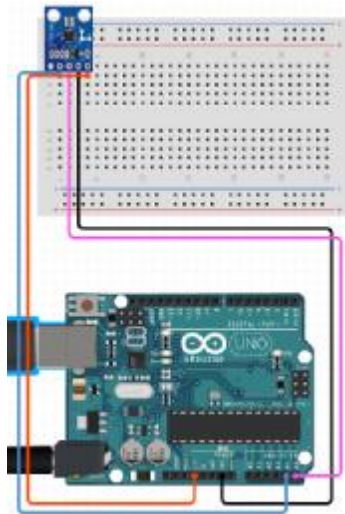


Рисунок 3.8 – Приєднання модуля магнетометра до плати Arduino

Шина I2C використовується для обміну даними також і з модулем акселерометра-гіроскопа, що приєднується наступним (див. рис.3.9) при цьому необхідно перевірити адресацію обох модулів щоб вони не мали одну і ту ж адресу.

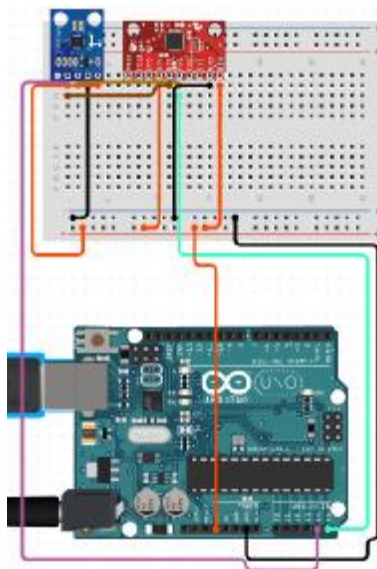


Рисунок 3.9 – Приєднання модуля акселерометра-гіроскопа до плати Arduino

Наступним приєднується модуль датчика руху (див. рис.3.10) на цифровий вхід плати Arduino, цей вхід використовується лише для зчитування логічної 1 чи 0 при зміні положення гравця.

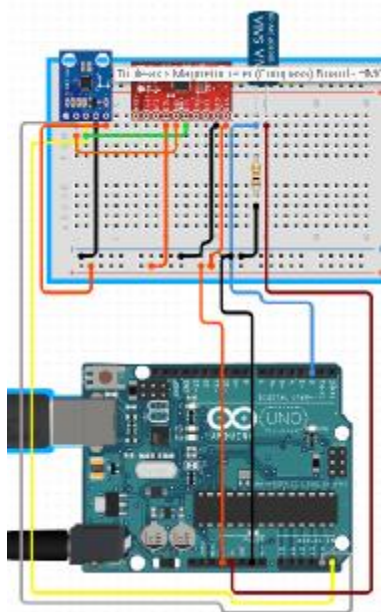


Рисунок 3.10 – Приєднання модуля давача руху до плати Arduino

Далі використовуючи шину UART приєднуємо модуль GPS (див. рис.3.11) до плати Arduino,

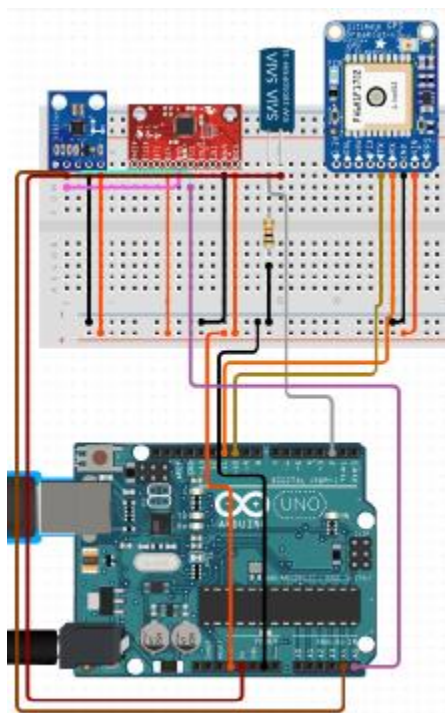


Рисунок 3.11 – Приєднання модуля GPS до плати Arduino

Наступним приєднуємо модуль Bluetooth (див. рис.3.12) також на шину UART, причому в коді програми прописано що це буде віртуальна шина, яка

реалізовується бібліотекою SoftwareSerial.h , щоемулює роботу додаткового порта.

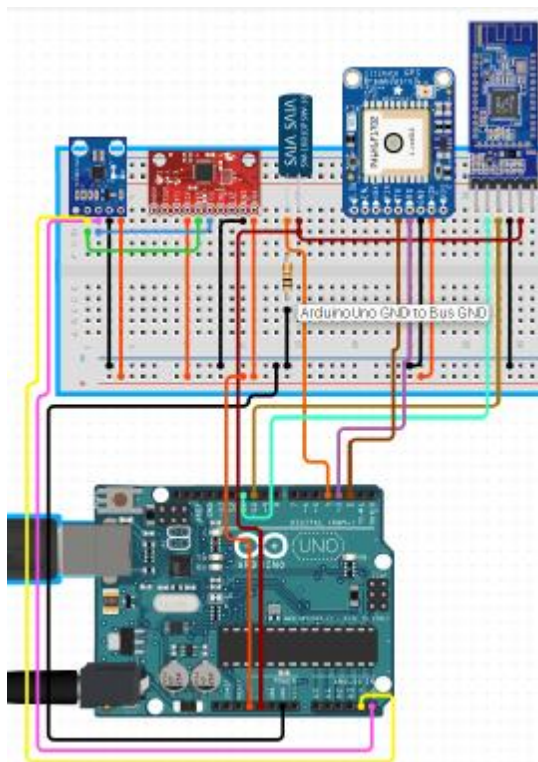


Рисунок 3.12 – Приєднання модуля Bluetooth до плати Arduino

Останнім приєднуємо модуля ЕКГ (див. рис.3.13) до аналогових входів плати Arduino, які подають сигнал навхід вбудованого АЦП.

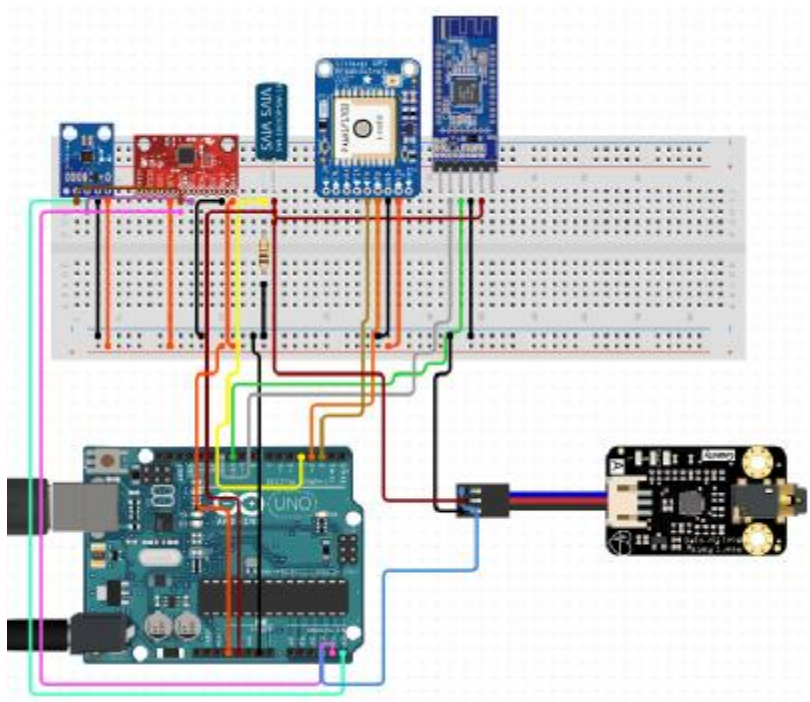


Рисунок 3.13 – Приєднання модуля ЕКГ до плати Arduino

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

За результатами моделювання у програмі Fritzing комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів на основі мікроконтролера Arduino, можна зробити висновок, що система працює, однак продуктивності мікроконтролера Arduino є недостатньою, тому період опитування датчиків і передачі даних прийшлося збільшити до 2 секунд.

					<i>КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						48
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Принципи, способи та засоби захисту населення.

Комплекс підготовчих захисних заходів є однаковим як для мирного, так і воєнного часу, оскільки враховує поєднання впливу уражаючих факторів НС техногенного характеру і можливого застосування агресором сучасних засобів ураження.

Основні принципи та способи захисту населення і території

Захист населення і територій від НС здійснюються на відповідним принципах, що забезпечують максимально ефективне вирішення проблеми:

- пріоритетність завдань спрямованих на захист людей, збереження їх здоров'я і довкілля;
- обов'язковість завчасного планування і реалізації заходів щодо захисту населення і територій з урахуванням економічних, природних та інших особливостей регіону і ймовірності виникнення НС;
- комплексне використання способів і засобів захисту і надання переваги раціональності при виборі способу захисту;
- вільний доступ населення до інформації щодо захисту населення від НС;
- особиста відповідальність керівників органів ЦЗ і піклування громадян про власну безпеку, неухильне дотримання ними правил поведінки та дій у НС.

Основними способами захисту населення від уражаючих дій факторів, що створюються в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу є [Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-6, розділ 4]:

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Добровольський			Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Літ.	Арк.
Перевірив		Яцишин В.В.					49
Консульт.		Гурик О.Я.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41	
Н. Контр.		Луцик Н.С.					
Затверд.		Осухівська Г.М.					

- укриття людей в захисних спорудах
- евакуаційні заходи
- радіаційний і хімічний захист
- медичний захист
- біологічний захист
- психологічний захист
- інженерний захист територій (сховища, протирадіаційні укриття)

Укриття людей в захисних спорудах – своєчасне укриття людей в спеціальних інженерних спорудах, які здатні захистити людей від дій уражаючих факторів або послабити їх дії.

Як спосіб захисту, евакуаційні заходи полягають в завчасному (до початку виникнення НС, в період загрози) вивезенні (виведенні населення із місць можливого ураження, зони катастрофічного затоплення (зараження) в безпечні райони на тимчасове або постійне проживання.

В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, а також на випадок війни евакуація є основним способом захисту населення і проведення її планується і готується заздалегідь. Залежно від обстановки, яка склалася на час НС, може бути загальна або тимчасова евакуація.

Загальна евакуація проводиться для всіх категорій населення і планується на випадок війни, можливого небезпечного радіоактивного забруднення територій навколо атомних електростанцій, виникнення загрози катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним доходженням проривної хвилі, лісових і торф'яних пожежах, інших явищ з тяжким наслідками, що загрожують населеним пунктам.

Під час проведення тимчасової евакуації завчасно вивозиться не зайняте у сфері виробництва та обслуговування населення: діти, учні навчальних закладів, вихованці дитячих будинків разом з викладачами та вихователями, студенти, пенсіонери та інваліди, які утримуються у будинку

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

для осіб похилого віку разом з обслуговуючим персоналом та членами їх сімей.

Радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення та оцінки радіаційної і хімічної обстановки, організації та здійснення дозиметричного і хімічного контролю, розроблення і впровадження типових режимів радіаційного захисту, забезпечення населення засобами індивідуального та колективного захисту з потрібними характеристиками, організацію та проведення спеціальної обробки.

Медичний захист – заходи, що спрямовані на запобігання або зменшення ступеня ураження людей завдяки своєчасному застосуванню медичних препаратів, надання медичної допомоги постраждалим та їх лікування і психологічного відновлення, забезпечення епідемічного благополуччя в зонах надзвичайних ситуацій, контролю за станом довкілля, санітарно-гігієнічною та епідемічною ситуацією.

Медичний захист може бути надійно здійснений за умов завчасного створення і підготовки спеціальних медичних формувань, накопичення медичних засобів захисту, медичного та спеціального майна і техніки, планування і використання існуючих сил та засобів, закладів охорони здоров'я незалежно від форм власності і господарювання.

Біологічний захист населення, тварин і рослин включає своєчасне виявлення чинників, масштабів та наслідків біологічного зараження і проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних та спеціальних протиепідемічних і медичних заходів.

Біологічний захист передбачає: своєчасне використання колективних та індивідуальних засобів захисту; запровадження режимів карантину та обсервації; знезаражування осередку бактеріологічного ураження; проведення в разі необхідності знезаражування людей, тварин тощо; своєчасну локалізацію зони біологічного ураження; проведення екстреної та специфічної профілактики; додержання протиепідемічного режиму населенням, підприємствами, установами та організаціями.

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Психологічний захист населення спрямовується на зменшення та нейтралізацію негативних психічних станів і реакцій серед населення у разі загрози та виникнення НС.

Інженерний захист території – здійснення таких заходів інженерного напрямку під час проектування, будівництва і експлуатації споруд та потенційно небезпечних об'єктів, що спрямовані на запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, підвищення стійкості функціонування об'єктів в умовах НС, мирного і воєнного часу.

Заходи інженерного захисту населення та території повинні передбачати: врахування під час забудови населених пунктів і містобудування можливих проявів на окремих територіях небезпечних та катастрофічних явищ; віднесення міст до відповідних груп, а об'єктів господарювання категорій ЦЗ; розроблення та включення вимог інженерно-технічних заходів ЦЗ до відповідних видів містобудівної і проектної документації та реалізація їх під час будівництва і експлуатації; раціональне розміщення об'єктів підвищеної безпеки з урахуванням можливих наслідків їх діяльності та у разі виникнення аварії; спорудження будівель, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями стійкості, безпеки та надійності; будівництво протизсувних, протиповеневих, протиселевих, протилавинних та інших інженерних споруд спеціального призначення.

4.2 Естетичне оформлення робочого місця оператора ПК

Естетичні фактори сприяють гарному настрою працівника, формують у нього повагу до своєї праці і гордість за підприємство, підвищують престижність праці. Меблі, квіти, жалюзі, сучасний інтер'єр, приємна музика, кольорова гамма в оформленні і багато іншого можна віднести до естетичних факторів, які впливають на умови праці.

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Основним законодавчим актом з охорони праці при роботі з персональними комп'ютерами в Україні є НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Даний акт призначений для запобігання впливу на працівників шкідливих і небезпечних факторів, пов'язаних із зоровою й нервово-емоційною напругою, вимушеною сталістю робочої пози при локальній напрузі рук на фоні обмеженої загальної м'язової активності (гіподинамії) під впливом комплексу фізичних факторів: шуму, електростатичного поля, електромагнітних випромінювань, що не іонізують і іонізують повітря, а також електричної напруги.

Згідно НПАОП 0.00-7.15-18 облаштування робочих місць, обладнаних екранними пристроями, повинно забезпечувати:

- належні умови освітлення приміщення і робочого місця, відсутність відблисків;
- оптимальні параметри мікроклімату;
- належні ергономічні характеристики основних елементів робочого місця, а також враховувати небезпечні і шкідливі фактори.

Матеріали для оздоблення приміщень з ПК повинні відповідати вимогам до них органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

Забороняється застосовувати для оздоблення полімерні матеріали: деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик тощо, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

Колір приміщень і меблів повинен сприяти створенню сприятливих умов для зорового сприйняття та гарного настрою.

Джерела світла, такі як світильники і вікна, які дають віддзеркалення від поверхні екрану, значно погіршують точність сприйняття знаків на екрані монітору чи клавіатури і спричиняють за собою перешкоди фізіологічного характеру, які можуть виразитися в значній напрузі, особливо при тривалій роботі. Віддзеркалення, включаючи віддзеркалення від

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

вторинних джерел світла, повинне бути зведено до мінімуму. Для захисту від надмірної яскравості вікон можуть бути застосовані штори і екрани 3.

Залежно від орієнтації вікон рекомендується наступне забарвлення стін і підлоги:

вікна орієнтовані на південь: - стіни зеленувато-голубого, або світло-голубого кольору; підлога - зелена;

вікна орієнтовані на північ: - стіни світло-оранжевого, або оранжево-жовтого кольору; підлога - червонувато-оранжева;

вікна орієнтовані на схід: - стіни жовто-зеленого кольору; підлога зелена, або червонувато-оранжева;

вікна орієнтовані на захід: - стіни жовто-зеленого, або голубувато-зеленого кольору; підлога зелена, або червонувато-оранжевий.

Для внутрішнього оздоблення приміщень з ПК мають застосовуватися дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтом відбиття:

- для стелі – 0,7-0,8;

- для стін – 0,5-0,6.

Покриття підлоги повинно бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5, рівним, неслизьким, з антистатичними властивостями.

У цих приміщеннях повинно бути:

- опалення;

- система кондиціонування повітря або припливно-витяжна вентиляція.

У приміщеннях з ВДТ має здійснюватися щоденне вологе прибирання.

Приміщення для роботи з ПК повинні бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією.

Приміщення з ПК повинні мати природне і штучне освітлення, яке відповідало б вимогам ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення», ДСанПІН 3.3.2.007-98 «Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приміщення для роботи з ПК повинні мати природне й штучне освітлення. Віконні прорізи повинні бути орієнтовані на північ або на північний схід, забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (К.П.О.) не менш 1,5% і мати жалюзі або штори.

Віконні прорізи повинні мати регульовані пристрої для відкривання, а також жалюзі, завіски, зовнішні козирки тощо.

Приміщення з ПК повинні бути обладнані системою загального рівномірного освітлення.

Штучне освітлення має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення, яка включає суцільні або такі, що перериваються лінії світильників, розташованих збоку робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору користувачів ПК. Світильники повинні мати розсіювачі світла та екрануючі сітки. У світильниках місцевого освітлення можна використовувати лампи накаливання.

Вимоги до освітлення приміщень та робочих місць під час роботи з ВДТ:

- освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, який визначається трьома параметрами: об'єктом розрізнення, найменшим розміром об'єкта, що розглядається на моніторі ПК, фоном, який характеризується коефіцієнтом відбиття; контрастом об'єкта і фону;

- необхідно забезпечити достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні монітора, а також в межах навколишнього простору;

- на робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні;

- в полі зору не повинно бути відблисків (підвищеної яскравості поверхонь, які світяться та викликають осліплення);

- величина освітленості повинна бути постійною під час роботи;

- слід обирати оптимальну спрямованість світлового потоку і необхідний склад світла.

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено комп'ютерну систему моніторингу фізичної активності футболістів на основі мікроконтролера Arduino. Завданням якої є відстежувати та передавати для подальшого аналізу різні параметри їх фізичної активності під час тренувань та матчів.

В роботі проведено аналіз існуючих систем та технічного завдання на проєктування комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів, за результатами якого визначено основні напрямки і параметри проєктування.

Також виконано проєктування комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів, спроектовано структурну та принципову електричні схеми комп'ютерної системи. Визначено необхідні компоненти та датчики для роботи комп'ютерної системи.

В третьому розділі проведено програмування та тестування комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів, що підтверджує працездатність комп'ютерної системи. Однак на перспективу необхідна більш потужна платформа для реалізації системи.

В четвертому розділі описано принципи, способи та засоби захисту населення в умовах надзвичайних ситуацій. А також розглянуто естетичне оформлення робочого місця оператора ПК.

					<i>КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Теорія і практика футболу в процесі підготовки тренера : монографія / С. М. Ткаченко. Суми: Сумський державний університет, 2020. 194 с.
2. Теорія і практика футболу в процесі підготовки тренера : монографія / С. М. Ткаченко. Суми: Сумський державний університет, 2020. 194 с.
3. Система моніторингу STATSports URL: <https://statsports.com/sonra/soccer>(дата звернення: 12.05.2025)
4. Система моніторингу Catapult URL: <https://www.catapult.com/sports/football>(дата звернення: 12.05.2025)
5. Система моніторингу Polar Team Pro URL: <https://www.polar-ukraine.com/shop/datchyk-chastoty-serczevyh-skorochen-polar-pro-sensor/>(дата звернення: 12.05.2025)
6. Жаровський Р.О., Луцик Н.С., Осухівська Г.М., Паламар А.М., Тиш Є.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 39 с.
7. Лещишин Ю., Герасименко А., Герасименко О. Комп'ютерна система моніторингу радіозв'язку від БПЛА // Матеріали 12-ї науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології “. Тернопіль, 2024. С.140.
8. Безрук В., Чернега В., Поморова О. Цифрова обробка відеосигналів: теорія та практичні застосування. Харків : Харків. нац. ун-т радіоелектроніки, 2019. С.89-112
9. Rodriguez A., Martinez C., Thompson D. Low-latency Video Streaming for UAV Applications: Architecture and Implementation. Journal of Real-Time Image Processing. 2020. Vol. 14, no. 4. P. 1–15.

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

10. Upton E., Halfacree G. Raspberry Pi User Guide. Indianapolis, IN : Wiley, 2016. P.78-99
11. Raspberry Pi Ltd. Raspberry Pi Compute Module 4 Datasheet. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2020. P.33
12. Паламар М.І., Стрембіцький М.О., Паламар А.М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.
13. Voloskyi V., Leshchyshyn Y., Romanyshyn N., Palamar A., Tarasenko L. Method and algorithm for efficient cell balancing in the lithium-ion battery control system. CEUR Workshop Proceedings, The 1st International Workshop on Bioinformatics and Applied Information Technologies (BAIT 2024), Zboriv, Ukraine, October 02-04, 2024. Vol. 3842. P. 258-267.
14. Tymkiv P., Leshchyshyn Y. Algorithm Reliability of Kalman Filter Coefficients Determination for Low-Intensity Electroretinosignal. IEEE 15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM). 2019. P.1-5.
15. Ярмусь О., Лецишин Ю., Варавін А. Методи та засоби моделювання швидкості Wi-Fi мережі, Матеріали XI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопіль: ТНТУ. 2023. С.11
16. Leschyshyn Y., Scherbak L., Nazarevych O., Gotovych V., Tymkiv P., Shymchuk G. Multicomponent Model of the Heart Rate Variability Change-point. IEEE XVth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH). 2019. P. 110–113.
17. Method of Gas Consumption Change-point Detection based on Seasonality Multicomponents Model / Leshchyshyn Yu., Nazarevych O., Lupenko S., Gotovych V., Shymchuk G., Shabliy N. 2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT). 2020. P. 152-155.
18. Leschyshyn Y., Semchyshyn O. Periodically correlated heart rate variability detection by Neyman - Pearson criterion. 9th International Conference -

The Experience of Designing and Applications of CAD Systems in Microelectronics. 2007. P. 139–140.

19. Barr M. Programming Embedded Systems: With C and GNU Development Tools. Sebastopol, CA : O'Reilly Media, 2006. P.45-78

20. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital Image Processing. Upper Saddle River, NJ : Pearson Prentice Hall, 2018. P.234-278

21. Луцків А., Лупенко С., Пасічник В. Паралельні та розподільнені обчислення. Навчальний посібник. Львів: Видавництво «Магнолія 2006», 2024. 566 с.

22. Kharchenko A., Bodnarchuk I., Yatcysyn V. The Method for Comparative Evaluation of Software Architecture with Accounting of Trade-offs. American Journal of Information Systems. 2014. Vol. 2, No. 1. P. 20-25.

23. Horowitz P., Hill W. The Art of Electronics. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2015. P.345-378

24. Кардаш І., Лецишин Ю., Варавін А. Критерії ефективності роботи для задачі моніторингу локальної мережі / Матеріали XI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопіль: ТНТУ. 2023. С.154

25. Bentley J. Programming Pearls (2nd Edition). Reading, MA : Addison-Wesley Professional, 2000. P.45.78

26. FFmpeg Development Team. FFmpeg Documentation: Hardware Acceleration. FFmpeg Project. URL: <https://ffmpeg.org/ffmpeg.html> (date of access: 09.05.2025).

27. Gallmeister B. O. POSIX.4: Programming for the Real World. Sebastopol, CA : O'Reilly Media, 1995. P.267-298

28. Залісковий Ю., Лецишин Ю., Варавін А. Методи проведення моніторингу і аналізу мережевої інфраструктури Інтернет провайдерів, Матеріали XI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології». Тернопіль: ТНТУ. 2023. С.152

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

29. I2C Communication <https://ai.thestempedia.com/docs/evive/evive-technical-specifications/arduino-core-interface/i2c-communication/> (дата звернення: 12.05.2025)

30. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності. навч. посіб. / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний. 6-те вид. Київ : Каравела, 2023. 344 с.

31. Директива від 30.11.1989 № 89/654/ЄЕС Щодо мінімальних вимог стосовно безпеки і охорони здоров'я у робочих зонах (перша окрема Директива у значенні частини 1 статті 16 Директиви 89/391/ЄЕС). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73689 (дата звернення: 13.06.2025)

32. НПАОП 0.00-1.28-10. Про затвердження правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. URL: https://dnaop.com/html/31562/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_0.00-1.28-10 (дата звернення: 13.06.2025)

					КС КРБ 123.203.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Додаток А

Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

“Затверджую”

Завідувач кафедри КС

_____ Осухівська Г.М.

“___” _____ 2025 р

ТЕМА КРБ

Комп'ютерна система моніторингу фізичної активності футболістів на основі
мікроконтролера Arduino

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на 9 листках

Вид робіт:

Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Керівник кваліфікаційної роботи

Студент групи СІ-41

_____ к.т.н., доц. Яцишин В.В.

_____ Добровольський М. С.

«___» _____ 2025 р.

«___» _____ 2025 р.

Тернопіль 2025

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерна система моніторингу фізичної активності футболістів на основі мікроконтролера Arduino».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.203.00.00

1.2 Виконавець

Студент групи СІ-41, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Добровольський М. С.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету (№4/7-53 від 27.01.2025 р.)

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 27.01.2025 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 23.06.2025 р.

1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

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

Пред'явлення проміжних результатів роботи з виконання кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності до графіку, затвердженого керівником роботи. Попередній захист кваліфікаційної роботи відбувається при готовності роботи – наявності пояснювальної записки та графічного матеріалу.

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

2 Призначення і цілі створення системи

2.1 Призначення системи

Комп'ютерна система, що розробляється призначена для:

- Моніторингу координат і параметрів фізичної активності футболістів.
- Передавання даних на ПК.

2.2 Мета створення системи

Метою кваліфікаційної роботи є розробка комп'ютерної системи моніторингу фізичної активності футболістів, яка має відстежувати та передавати для подальшого аналізу різні параметри їх фізичної активності під час тренувань та матчів.

2.3 Характеристика об'єкту

Розроблювана комп'ютерна система моніторингу фізичної активності є носимим пристроєм що не повинен заважати гравцю під час гри або тренувань.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Комп'ютерна система повинна складатись з:

- Апаратного забезпечення.
- Програмного коду.

3.1.2 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи

Основна вимога, яка ставиться до способів та засобів інформаційного обміну – це їх узгодженість.

3.1.3 Вимоги до режимів функціонування системи

Для системи визначено два режими функціонування:

- нормальний режим функціонування;
- аварійний режим функціонування.

Основним режимом функціонування є нормальний режим.

Для забезпечення нормального режиму функціонування системи необхідно виконувати вимоги і дотримуватись умов експлуатації програмного забезпечення і комплексу технічних засобів системи, вказані у відповідних технічних документах (технічна документація, інструкції з експлуатації і т. д.).

Аварійний режим функціонування системи характеризується відмовою одного або декількох компонент програмного і (або) апаратного

забезпечення. При цьому функції роботи системи продовжують підтримувати роботу комп'ютерної системи моніторингу в межах базових налаштувань.

3.1.4 Вимоги по діагностуванню системи

Для діагностування системи використовуються інструменти діагностування основних процесів системи, які вмонтовані в програмне забезпечення, а також засоби для діагностики апаратного забезпечення.

Інструменти повинні забезпечувати зручний інтерфейс для можливості перегляду діагностичних подій, моніторингу процесу виконання програм.

3.1.5 Перспективи розвитку, проектування системи

Дана система може бути розширена завдяки використанню додаткових програмних компонентів, а також передбачено розширення пам'яті для збільшення ресурсів пам'яті .

3.2 Показники призначення

3.2.1 Вимоги до надійності

Система повинна забезпечувати працездатність та відновлення своїх функцій при виникненні наступних ситуацій:

- при помилках в роботі апаратних засобів;
- при помилках, пов'язаних з програмним забезпеченням (ОС і драйвери пристроїв).

3.3 Вимоги до безпеки

Загальні вимоги пожежної безпеки повинні відповідати нормам на побутове електрообладнання. У разі пожежі не мають виділятися отруйні

гази і дим. Після зняття електроживлення має бути доступне застосування будь-яких засобів пожежогасіння.

3.3.1 Вимоги до експлуатації, технічного обслуговування, ремонту і зберігання компонентів системи

Мікроклімат в приміщеннях повинен відповідати нормам виробничого мікроклімату по ДСН 3.3.6.042-99:

- температуру повітря в межах від +10°C до +35°C;
- відносну вологість повітря при 25°C в межах від 30% до 80%;
- атмосферний тиск 760 ± 25 мм рт. ст.

Періодичне технічне обслуговування використовуваних технічних засобів має проводитися відповідно до вимог технічної документації, але не рідше ніж один раз на рік.

3.3.2 Вимоги по стандартизації і уніфікації

Система повинна відповідати вимогам ергономіки і зручності користування за умови комплектування високоякісним обладнанням (ЕОМ, монітор і інше обладнання), що має необхідні сертифікати відповідності і безпеки.

3.3.3 Вимоги до функцій (завдань), що виконуються системою:

- забезпечення зручного інтерфейсу;
- забезпечення високої швидкодії.

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ

Комплект документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;

- графічного матеріалу:
 - а) Структурна схема.
 - б) Блок схема роботи комп'ютеризованої системи.
 - в) Схема електрична принципова.
 - г) Схема електрична монтажна (з'єднань).

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

5 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№ етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1	Розробка технічного завдання.	27.01.2025р. – 02.02.2025р.
2	Робота над основними розділами – Аналіз технічного завдання (кожен описує згідно своєї кваліфікаційної роботи)	
3	Робота над основними розділами (кожен описує згідно своєї кваліфікаційної роботи)	
4	Робота над основними розділами (кожен описує згідно своєї кваліфікаційної роботи)	
5	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	
6	Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу	
7	Перевірка на академічний плагіат, перевірка керівником та консультантами	9.06.2025р. – 15.06.2025р.
8	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	16.06.2025р. – 22.06.2025р.
9	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	Дата захисту

6 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи

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

Додаток Б
Програмний код

```
// Include Libraries
#include "Arduino.h"
#include "BLEHM10.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include "Adafruit_GPS.h"
#include "HMC5883L.h"
#include "MPU6050.h"
#include "Wire.h"
#include "I2Cdev.h"

// Pin Definitions
#define BLEHM10_PIN_TXD      11
#define BLEHM10_PIN_RXD      10
#define GPSADAFUIT_PIN_RX    3
#define GPSADAFUIT_PIN_TX    2
#define HEARTRATE_PIN_SIG    A3
#define VIBRATIONSENSOR_5V_PIN_2 4

// Global variables and defines
String blehm10Str = "";
#define GPSECHO true
uint32_t timer = millis(); //timer to read & print out the
    current stats
boolean usingInterrupt = false; // off by default! this keeps
    track of whether we're using the interrupt
int16_t mpu6050Ax, mpu6050Ay, mpu6050Az;
int16_t mpu6050Gx, mpu6050Gy, mpu6050Gz;
// object initialization
```

```

BLEHM10 blehm10(BLEHM10_PIN_RXD,BLEHM10_PIN_TXD);
SoftwareSerial gpsSerial(GPSADAFUIT_PIN_TX,GPSADAFUIT_PIN_RX);
Adafruit_GPS gpsAdafruit(&gpsSerial);
HMC5883L compass;
MPU6050 mpu6050;


// define vars for testing menu
const int timeout = 10000;          //define timeout of 10 sec
char menuOption = 0;
long time0;


// Setup the essentials for your circuit to work. It runs
// first every time your circuit is powered with electricity.
void setup()
{
    // Setup Serial which is useful for debugging
    // Use the Serial Monitor to view printed messages
    Serial.begin(9600);
    while (!Serial) ; // wait for serial port to connect.
    // Needed for native USB
    Serial.println("start");


    blehm10.begin(9600);
    //This example uses HM-10 BLE to communicate with an
    //Android or iOS device.
    //For Android download Hm BLE Terminal from google play
    //store, or any other BLE app.
    //For iOS download LightBlue from App Store, or any other
    //BLE app.
    //On both apps, pair and connect to your HM-10
    //You should see this message your Smartphone
    blehm10.println("BLE On....");
    gpsAdafruit.init();
    // Set declination angle on your location and fix heading

```

```

    // You can find your declination on: http://magnetic-declination.com/
    // (+) Positive or (-) for negative
    // For declination angle 4'36E (positive)
    compass.begin(+4,36);
    Wire.begin();
    mpu6050.initialize();
    menuOption = menu();

}

// Main logic of your circuit. It defines the interaction
// between the components you selected. After setup, it runs
// over and over again, in an eternal loop.
void loop()
{

    if(menuOption == '1') {
        // Bluetooth 4 (BLE) HM-10 - Test Code
        //Receive String from bluetooth device
        if (blehm10.available())
        {
            //Read a complete line from bluetooth terminal
            blehm10Str = blehm10.readStringUntil('\n');
            // Print raw data to serial monitor
            Serial.print("BT Raw Data: ");
            Serial.println(blehm10Str);
        }
        //Send sensor data to Bluetooth device
        blehm10.println("PUT YOUR SENSOR DATA HERE");

    }
    else if(menuOption == '2') {

```

```

// Adafruit Ultimate GPS Breakout - 66 channel w/10 Hz
updates - Version 3 - Test Code
if (! usingInterrupt) {
// read data from the GPS in the 'main loop'
char c = gpsAdafruit.read();
// if you want to debug, this is a good time to do it!
if (GPSECHO)
if (c) Serial.print(c);
}
// if a sentence is received, we can check the checksum,
parse it...
if (gpsAdafruit.newNMEAreceived()) {
// a tricky thing here is if we print the NMEA sentence,
or data
// we end up not listening and catching other sentences!
// so be very wary if using OUTPUT_ALLDATA and trying to
print out data
//Serial.println(gpsAdafruit.lastNMEA()); // this also
sets the newNMEAreceived() flag to false
if (!gpsAdafruit.parse(gpsAdafruit.lastNMEA())) // this
also sets the newNMEAreceived() flag to false
return; // we can fail to parse a sentence in which case
we should just wait for another
}
// if millis() or timer wraps around, we'll just reset it
if (timer > millis()) timer = millis();
// approximately every 2 seconds or so, print out the
current stats
if (millis() - timer > 2000) {
timer = millis(); // reset the timer
Serial.print("\nTime: ");
Serial.print(gpsAdafruit.hour, DEC); Serial.print(':');
Serial.print(gpsAdafruit.minute, DEC); Serial.print(':');
Serial.print(gpsAdafruit.seconds, DEC); Serial.print('.');
Serial.println(gpsAdafruit.milliseconds);

```

```

Serial.print("Date: ");
Serial.print(gpsAdafuit.day, DEC); Serial.print('/');
Serial.print(gpsAdafuit.month, DEC); Serial.print("/20");
Serial.println(gpsAdafuit.year, DEC);
Serial.print("Fix: "); Serial.print((int)gpsAdafuit.fix);
Serial.print(" quality: ");
Serial.println((int)gpsAdafuit.fixquality);
if (gpsAdafuit.fix) {
Serial.print("Location: ");
Serial.print(gpsAdafuit.latitude, 4);
Serial.print(gpsAdafuit.lat);
Serial.print(", ");
Serial.print(gpsAdafuit.longitude, 4);
Serial.println(gpsAdafuit.lon);
Serial.print("Location (in degrees, works with Google
Maps): ");
Serial.print(gpsAdafuit.latitudeDegrees, 4);
Serial.print(", ");
Serial.println(gpsAdafuit.longitudeDegrees, 4);
Serial.print("Speed (knots): ");
Serial.println(gpsAdafuit.speed);
Serial.print("Angle: "); Serial.println(gpsAdafuit.angle);
Serial.print("Altitude: ");
Serial.println(gpsAdafuit.altitude);
Serial.print("Satellites: ");
Serial.println((int)gpsAdafuit.satellites);
}
}
}
else if(menuOption == '3') {
// HMC5883L - Magnetometer (Compass) - Test Code
//Read heading value from compass
float compassHeading = compass.getHeadingDeg();
Serial.print(F("Heading: "));
Serial.print(compassHeading); Serial.println(F("[°]"));

```

```

}
else if(menuOption == '4')
{
// Disclaimer: The Gravity: Analog Heart Rate Monitor
Sensor (ECG) For Arduino is in testing and/or doesn't have
code, therefore it may be buggy. Please be kind and report
any bugs you may find.
}
else if(menuOption == '5') {
// SparkFun MPU-6050 - Accelerometer and Gyro - Test Code
mpu6050.getMotion6(&mpu6050Ax, &mpu6050Ay, &mpu6050Az,
&mpu6050Gx, &mpu6050Gy, &mpu6050Gz); //read accelerometer
and gyroscope raw data in three axes
double mpu6050Temp = ((double)mpu6050.getTemperature() +
12412.0) / 340.0;
Serial.print("a/g-\t");
Serial.print(mpu6050Ax); Serial.print("\t");
Serial.print(mpu6050Ay); Serial.print("\t");
Serial.print(mpu6050Az); Serial.print("\t");
Serial.print(mpu6050Gx); Serial.print("\t");
Serial.print(mpu6050Gy); Serial.print("\t");
Serial.print(mpu6050Gz); Serial.print("\t");
Serial.print(F("Temp- "));
Serial.println(mpu6050Temp);
delay(100);

}
else if(menuOption == '6')
{
// Disclaimer: The Fast Vibration Sensor Switch (Easy to
trigger) is in testing and/or doesn't have code, therefore
it may be buggy. Please be kind and report any bugs you may
find.
}

```

```

    if (millis() - time0 > timeout)
    {
        menuOption = menu();
    }

}

char menu()
{

    Serial.println(F("\nWhich component would you like to
    test?"));
    Serial.println(F("(1) Bluetooth 4 (BLE) HM-10"));
    Serial.println(F("(2) Adafruit Ultimate GPS Breakout - 66
    channel w/10 Hz updates - Version 3"));
    Serial.println(F("(3) HMC5883L - Magnetometer
    (Compass)"));
    Serial.println(F("(4) Gravity: Analog Heart Rate Monitor
    Sensor (ECG) For Arduino"));
    Serial.println(F("(5) SparkFun MPU-6050 - Accelerometer
    and Gyro"));
    Serial.println(F("(6) Fast Vibration Sensor Switch (Easy
    to trigger)"));
    Serial.println(F("(menu) send anything else or press on
    board reset button\n"));
    while (!Serial.available());

    // Read data from serial monitor if received
    while (Serial.available())
    {
char c = Serial.read();
        if (isAlphaNumeric(c))

```

```

    {

        if(c == '1')
            Serial.println(F("Now Testing Bluetooth 4
(BLE) HM-10"));
        else if(c == '2')
            Serial.println(F("Now Testing Adafruit
Ultimate GPS Breakout - 66 channel w/10 Hz updates -
Version 3"));
        else if(c == '3')
            Serial.println(F("Now Testing HMC5883L -
Magnetometer (Compass)"));
        else if(c == '4')
            Serial.println(F("Now Testing Gravity: Analog
Heart Rate Monitor Sensor (ECG) For Arduino - note that
this component doesn't have a test code"));
        else if(c == '5')
            Serial.println(F("Now Testing SparkFun MPU-
6050 - Accelerometer and Gyro"));
        else if(c == '6')
            Serial.println(F("Now Testing Fast Vibration
Sensor Switch (Easy to trigger) - note that this component
doesn't have a test code"));
        else
        {
            Serial.println(F("illegal input!"));
            return 0;
        }
        time0 = millis();
        return c;
    }
}
}

```