

Хмельницький національний університет  
Факультет програмування  
та комп'ютерних і телекомунікаційних систем  
Кафедра кібербезпеки та комп'ютерних систем і мереж

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр  
Освітній рівень

Модуль на базі Arduino для вимірювання рівня радіаційного забруднення  
Назва теми

КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ  
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»  
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Шифр, назва

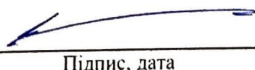
Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»  
Назва

Виконав: студент IV курсу, група КІ-17-2

  
Підпис

І. О. Черниш  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

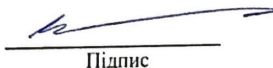
Ю. П. Кльоц  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

І. В. Муляр  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри кібербезпеки та  
комп'ютерних систем і мереж

  
Підпис

Ю. П. Кльоц  
Ініціали, прізвище

« 18 » червня 2021 р.

Хмельницький 2021

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ПРОГРАМУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Кафедра КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Ю. П. Кльоц

“05” 022021 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Чернишу Івану Олександровичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Модуль на базі Arduino для вимірювання рівня радіаційного забруднення

Керівник проекту (роботи) Кльоц Юрій Павлович, к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 17.02.2021 р. № 44

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 17.06.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

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

Аналітична частина: опис предметної області та постановка завдання

Вибір елементної бази для створення модуля вимірювання рівня радіації

Проектна реалізація та програмування компонентів системи

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

Схема електрична

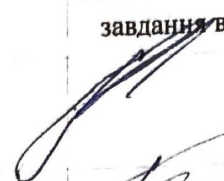


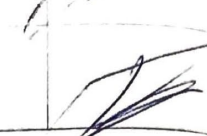
структурна (E1)

Схема електрична функціональна (E2) Схема електрична

принципова (E3)

Блок-Схема алгоритму роботи (E8)

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Муляр І. В., доцент кафедри КБКСМ		
Антиплагиат	Муляр І. В., доцент кафедри КБКСМ		

7. Дата видачі завдання « 08 » 02 2021 р.


**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Прим.
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	Березень – 1 декада	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	Березень – 2 декада	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	Квітень – 1 декада	виконано
4	Робота над розділом 2 – вибір елементної бази для створення модуля вимірювання радіації	Квітень – 2 декада	виконано
5	Робота над розділом 3 – проектна реалізація та програмування компонентів системи	Квітень – 4 декада	виконано
6	Оформлення графічного матеріалу	Травень – 2 декада	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	Травень – 3 декада	виконано
8	Попередній захист ВКР	Травень – 3 декада	виконано
	Подання роботи для перевірки на плагіат	Червень – 1 декада	
9	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень – 2 декада	

Студент

 Черниш І. О.  
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)

 Клюц Ю. П.  
Підпис Ініціали, прізвище

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Модуль на базі Arduino для вимірювання рівня радіаційного забруднення».

Автор роботи: Черниш Іван Олександрович.

Керівник роботи: Кльоц Юрій Павлович.

Пояснювальна записка: 65 с., 32 рис., 1 табл., 4 дод., 16 джерел.

Графічна частина: 4 плакати.

МОДУЛЬ, МІКРОКОНТРОЛЕР, РАДІАЦІЙНА РОЗВІДКА, ЛІЧИЛЬНИК ГЕЙГЕРА, ARDUINO, РОБОТИЗОВАНА-КЕРОВАНА СИСТЕМА.

Метою роботи є розробка модуля який вимірює радіаційне забруднення в навколишньому середовищі.

У цій роботі було розроблено модуль який здатний виконувати радіаційну розвідку в умовах підвищеного радіаційного фону. Запропонована система придатна для використання в лабораторних умовах та на підприємствах де є ризик виникнення небезпечної радіаційної обстановки, також даний проект може слугувати прототипом, для створення більш досконалих технічно-розвинених моделей.

Розроблена система реалізована на базі мікроконтролера Arduino, та допоміжних плат розширення. Модуль здатний пересуватись по рівнинних поверхнях використовуючи блок-руху, який керується додатком на ОС Android.

Основним завданням розробленої системи є виявлення небезпечних ділянок з підвищеним радіаційним випроміненням.

Підпис студента







Дата 10.06.21



## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ.....	4
ВСТУП.....	5
<b>1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>6</b>
1.1 Опис предметної області.....	6
1.1.1 Пристрої для вимірювання іонізуючих випромінювань.....	6
1.1.2 Безпечне використання пристроїв радіаційної розвідки в умовах радіоактивної обстановки.....	10
1.1.3 Дистанційно керовані роботизовані системи.....	12
1.2 Характеристика об'єкту розробки.....	14
1.3 Аналіз існуючих аналогів.....	14
1.4 Вибір середовища розробки.....	19
1.4.1 Arduino.....	19
1.4.2 Плати розширення Arduino.....	20
1.4.3 C++ і мова програмування Arduino.....	24
1.4.4 Arduino IDE.....	25
1.4.5 Операційна система Android.....	26
1.4.6 Мова програмування Java.....	26
1.4.7 Android Studio.....	28
1.4.8 Git і Github.....	28
1.5 Постановка завдання.....	29
1.6 Висновки до розділу 1.....	29

КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Черниш І. О.		
Перевір.		Кльоц Ю. П.		
Н.контр.		Муляр І. В.		
Затвер.		Кльоц Ю. П.		
Модуль на базі Arduino для вимірювання рівня радіаційного забруднення			Літера	Аркуш
Пояснювальна записка				
			ХНУ, КІ-17-2	

2	ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ.....	29
2.1	Основні блоки модуля.....	29
2.2	Опис комплектуючих елементів.....	32
2.3	Використання бібліотек Arduino.....	44
2.4	Висновки до розділу 2.....	45
3	ПРОЕКТНА РЕАЛІЗАЦІЯ.....	46
3.1	Складання роботизованого модуля.....	46
3.2	Вбудована програма Arduino.....	56
3.3	Зв'язок між додатком Android і роботом.....	57
3.4	Команди управління моторами.....	57
3.5	Додаток для Android.....	58
3.6	Висновок до розділу 3.....	59
	ВИСНОВКИ.....	64
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66
	Додаток А Лістинг програмного коду для мікроконтролера Arduino.....	68
	Додаток Б Лістинг програмного коду бібліотеки motor_control.....	73
	Додаток В Лістинг програмного коду для плати розширення Лічильника Гейгера.....	75
	Додаток Г Копія графічної частини.....	79

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

ОС – Операційна система

ПЗ – Програмне забезпечення

GPS – Супутникова система навігації

USB – Інтерфейс для підключення пристроїв

COM – Послідовний двонаправлений інтерфейс

IDE – Інтегроване середовище розробки

GND – Пін на мікроконтролері, потенціал якого умовно приймається за нуль

ШИМ - Широтно-імпульсна модуляція

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		4

## ВСТУП

Забезпечення радіаційного контролю повинно здійснюватися у всіх напрямках професійної діяльності, умов життя, впливу на навколишнє середовище та людину. Для цього потрібно реалізовувати інструменти, які будуть забезпечувати вимірювання рівню радіаційного забруднення.

Інструменти які використовуються для вимірювання радіоактивного забруднення навколишнього середовища називаються дозиметричними приладами, завдання цих приладів це оцінка іонізуючого випромінювання. Існує чотири типи дозиметричних приладів за призначенням: індикатори, рентгенметри, радіометри та дозиметри. Вони використовують методи фотографічного, хімічного, сцинтиляційного то іонізаційного дослідження.

Основна сфера їхнього використання буде полягати в розвідці радіаційної обстановки, яка може утворитись в результаті радіаційного забруднення, на території адміністративного району, населеного пункту, господарського об'єкту або при аваріях на АЕС та інших радіаційно – небезпечних об'єктах. При оцінюванні радіаційної обстановки повинні виконуватись всі необхідні дії, для надання захисту населенню та робочим групам ліквідаторів та інших формувань з надзвичайних ситуацій, в умовах виникнення радіоактивного забруднення. Існує два етапи оцінки радіаційної обстановки, це є виявлення та оцінка обстановки. Перший етап включає в себе збір інформації про рівень радіації на території АЕС, або інших заражених територіях. На основі отриманих даних, другий етап полягає в тому щоб безпосередньо оцінити рівень радіаційного забруднення. Оцінка радіаційної обстановки вимірюється у відносному часі, за початок відліку береться, час коли сталася аварія або інша надзвичайна ситуація.

Для вирішення задач пов'язаних з радіаційним забрудненням, в даному дипломному проекті буде розглянуто розробку роботизованого модуля на базі Arduino. Він буде складатись із мікроконтролера Arduino, драйвера двигунів, який керує чотирма моторами та лічильника Гейгера. Роботизований модуль може керуватися за допомогою телефона на ОС Android, планшета або іншого сумісного пристрою по Bluetooth-з'єднанню.

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		5

# 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Опис предметної області

### 1.1.1 Пристрої для вимірювання іонізуючих випромінювань

Для вимірювання радіоактивного забруднення, різних об'єктів, речовин та місцевості використовують пристрої радіаційної розвідки. Визначення доз поглинутого радіаційного опромінення відбувається за допомогою пристроїв дозиметричного контролю, який являє собою комплекс заходів, для визначення доз опромінення людей. Дозиметричний контроль дає змогу правильно оцінити вплив іонізуючого випромінювання на людину[1].

Умовно виділяють три групи пристроїв для вимірювання іонізуючих випромінювань, сюди відносяться радіометри, спектрометри і дозиметри (Рисунок 1.1).

Радіометри - використовуються для вимірювання активності в радіоактивних речовинах, також вони дозволяють виміряти ступінь забруднення різних поверхонь або об'єктів рослинного і тваринного походження. В основу радіометра покладено газорозрядні датчки і сцинтиляційні лічильники.

Спектрометри - оптичні пристрої, які призначені для накопичення спектру його кількісної обробки та аналізу. Для отримання аналізованого спектру використовується рентгенівське, лазерне або іскрове випромінювання. Реєстрація таких випромінювань відбувається шляхом флуоресценції. Зазвичай в дослідженнях вимірюють інтенсивність випромінення та його довжину, хвилю або частоту, також можуть бути визначені додаткові параметри. Діапазоном роботи приладів є довжина хвиль від гамма до інфрачервоного випромінювання[5].

Дозиметри – пристрої які вимірюють дозу радіаційного опромінення, яка накопичується за певний проміжок часу в умовах перебування в зонах підвищених радіаційних навантажень. Такі пристрої використовуються для

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

оперативного вимірювання рівня радіації в ручному режимі, або в якості попереджувальних індикаторів радіаційної небезпеки.

Серед радіометрів існує дві основні групи, стаціонарні і переносні. Стаціонарні радіометри розрізняються за електричними і експлуатаційними параметрами, і за своєю конструкцією, але у них схожа модель-схема пристрою, яка складається з імпульсивного підсилювача, перерахункового приладу, реєструючого пристрою, який візуально показує результати отриманого вимірювання, також такому пристрою потрібний елемент джерела високої напруги для живлення детектора. Роботу такого приладу забезпечує мережа змінного струму. Для виявлення радіаційного випромінювання та перетворення енергії від випромінювання в інші види енергії використовують детектор. Зазвичай амплітуда сигналів які поступають від детектора є не достатньою для їхньої реєстрації, тому в більшості приладів які призначені для вимірювання іонізуючого випромінювання використовують імпульсні підсилювачі. За допомогою підсилювача ці сигнали посилюються, формуються і відправляються на перерахунковий прилад. Перерахунковий прилад є основним компонентом радіометра. Задача цих приладів полягає у вимірюванні імпульсів в числовому значенні, які надійшли за окремий проміжок часу, по-іншому такі прилади називаються лічильниками імпульсів.

Переносні, лабораторні і польові радіометри являють собою невеликі пристрої, живлення яких може бути автономним або бути від мережі. Такі пристрої використовують для виявлення радіоактивних речовин, та для визначення їх гамма- чи бета-випромінювання. В їхній основі застосовується простий електричний пристрій який дає змогу отримувати інформацію за допомогою цифрової, світлової чи звукової індикації випромінювання. У випадку коли допустима доза буде перевищена спрацює світлова або звукова сигналізація.

Спектрометр в свою чергу це прилад який здатний розкласти випромінювання в спектр видимого діапазону. Існує велика різноманітність таких пристроїв проте вони мають однаковий принцип дії, в якому основними компонентами є оптична щілина, дифракційна решітка, атомізатор і детектор.

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

Оптична щілина є дуже важливим елементом пристрою, вона пропускає через себе випромінювання які надходять в аналізатор пристрою. Ще один елемент пристрою це дифракційна решітка вона також є оптичним приладом, який складається із сукупності щілини, що віддалені одна від одної на рівній відстані. Принцип дії цього елементу будується на дифракції світла. Для виконання аналізу з використанням атомно-емісійного методу використовується елемент атомізатор, він дає змогу речовині перейти в атомарний стан. Тоді речовина нагрівається до високої температури і при випаровуванні відбувається розпад молекул на атоми. Далі за допомогою атомізатора, відбувається порушення цих атомів, що в процесі викликає виділення світла довжина якого є індивідуальною для кожного хімічного елементу. Детектор виконує функцію приймача виділеного світла в спектрометрах, метод атомно-емісійної спектрометрії і інтенсивність спектральних ліній визначається на пряму. Сучасні прилади дають змогу використовувати пристрої реєстрації спектра, який може працювати спільно з ЕОМ. На дисплеї монітору комп'ютера шкала розбивається по довжинах хвиль, що виділяються різними кольорами, кожний колір відповідає за певний діапазон довжини хвилі.

Основними компонентами побудови дозиметра є детектор, радіотехнічна схема і реєструючий пристрій. Детекторами випромінювання виступають іонізаційні камери, газорозрядні і сцинтиляційні лічильники та інші. Отримання результатів досліджень цифрової, світлової або звукової індикації, здійснюється за допомогою реєструючого пристрою. Можна виділити такі основні групи дозиметрів за призначенням вони бувають стаціонарні, переносні, польові і індивідуальні. Застосування - стаціонарних дозиметрів впроваджується для контролю доз радіаційного випромінювання в установах або на місцевості обумовлених вірогідністю підвищення радіаційного фону. Функціонально такі пристрої розділені на два елементи, детектор який можна встановити в відповідній точці для збору даних та сигнально-вимірювальний пульт цей у елемент у випадку підвищення радіаційного фону просигналізує про перевищення допустимої норми доз. Існують і багатоканальні пристрої вимірювання, вони можуть отримувати інформацію одразу від багатьох детекторів, та подавати її

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		8

одночасно на дисплей монітору. Такі детектори дозволять проводити моніторинг радіаційного опромінення на території цілого регіону. Здійснення періодичного дозиметричного контролю відбувається за допомогою - переносних дозиметричних пристроїв. Переважно сфера їхнього використання це технологічні комплекси, лабораторії, або територія АЕС, де у випадках підозри або перевірки підвищення рівня випромінювання можна точно перевірити допустимість доз.

Польові дозиметри - широко застосовуються для пошуку радіоактивних речовин, та рівня гамма-випромінювання. Такі дозиметри є невеликі за своїми розмірами, інформація яку вони отримують відображається на шкалі стрілочного приладу, також можуть бути присутні світлові чи звукові індикатори. Детекторами в таких дозиметрах виступають газорозрядні і сцинтиляційні лічильники. Індивідуальні дозиметри - призначені для вимірювання індивідуальної еквівалентної дози рентгенівського та гамма-випромінювання. Принцип дії побудований на підрахунку числа імпульсів, які поступають на вхід детектора який обраховує еквівалентну отриману дозу за спеціальним алгоритмом. При цьому час за який буде виміряно потужність дози вибирається автоматично, але враховується статистична похибка[6].



Радіометр



Спектрометр



Дозиметр

Рисунок 1.1 – Пристрої для вимірювання радіаційного забруднення

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		9

## 1.1.2 Безпечне використання пристроїв радіаційної розвідки в умовах радіоактивної обстановки

Робота з приладами які вимірюють радіаційне забруднення, вимагає певної підготовки, знать та навичок. Знаходження в зоні інтенсивного опромінення може згубно відобразитись на здоров'ї людини, при опроміненні критичного об'єму клітин порушується функціонування тканин і органів, такий ефект називається реакцією тканин і проявляється незабаром після отриманого опромінення в залежності від отриманої дози можуть виникати різні патологічні утворення, як приклад це може бути безпліддя, еритема, помутніння кришталика ока. Гостре опромінення у великих дозах, серйозно пошкоджує життєво важливі органи, що може викликати променеви хворобу або навіть смерть.

Основне завдання радіаційної безпеки полягає в обмеженні шкоди завданої для здоров'я людини. Перед тим як розпочати роботу з засобами радіаційної розвідки, оператор повинен впевнитись у власному захисті від іонізуючого опромінення. Практично цього можна досягнути при правильній роботі з самим джерелом зараження, та відповідною організацією людської діяльності.

Існує три основних принципи радіаційної безпеки. Перший принцип полягає у тому, що всі рішення пов'язані з радіаційною небезпекою повинні бути відповідно обґрунтовані, щоб уникнути завдання ще більшої шкоди. Наступний принцип оптимізації, він ставить перед собою основну задачу, утримувати настільки низький рівень опромінення, наскільки це взагалі можливо. Останній принцип нормування, полягає в тому, що при будь-якому плановому опроміненні, повинні дотримуватись граничні значення доз встановлені законодавством. Областями регулювання радіаційної безпеки є об'єкти які можуть створювати дозу опромінення небезпечну для людини або певної кількості людей. Ними можуть бути безпосередньо природний фон або пристрої які містять радіоактивні матеріали. Захист від зовнішнього іонізованого опромінення перш за все повинен бути направлений на захист від шкідливих факторів. В радіаційній безпеці це досягається двома основними шляхами безпечне використання джерела зовнішнього опромінення і захист оператора пристроїв для вимірювання від

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		10

попадання в його організм радіоактивних речовин. Радіацію не можливо відчутти органами почуттів людини, тому доводиться покладатись виключно на використане обладнання.

Завдання дозиметрії базується на вимірюванні характеристик радіаційного поля, щоб кількісно оцінити ефект від опромінення на організм. Оператор повинен бути захищений за допомогою бар'єрів часу і відстані, це є найраціональніший спосіб уникнути опромінення. При проведенні радіаційної розвідки в умовах випромінювання отримана доза прямо пропорційна часу проведеного в зоні дії випромінювання і обернено пропорційна квадрату відстані від джерела. Якщо не вдалось уникнути зараження радіоактивними елементами вони потрапляють в організм людини і він стає джерелом внутрішнього опромінення. В подальшому практично не можливо вплинути на джерело внутрішнього опромінення, тому захист в такому випадку направлений на запобігання подальшому розповсюдженню зараження. Ефективність заходів безпеки повинна визначатись при обстеженні людини та навколишнього середовища. Для своєчасного виявлення зараження організму оператор пристроїв радіаційної розвідки в обов'язковому порядку повинен проходити медичне обстеження[2].

### 1.1.3 Дистанційно керовані роботизовані системи

Робототехніка є практичною галуззю, яка займається розробкою роботів та автоматизованих систем. Сьогодення показує, що це є одним з найперспективніших напрямків у сфері інтернет-технологій. Процес створення роботизованої системи також включає в себе деякі перспективні напрямки, наприклад створення систем штучного інтелекту або дистанційного-керування та інших. В умовах коли безпосередня участь людини, в тих чи інших процесах, може бути небезпечною для її здоров'я, потрібно забезпечувати виконання робіт різного напрямку і ступеню складності за допомогою дистанційно-керованих роботизованих систем[7].

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		11

Проектування роботизованої системи, полягає в розбитті роботи на окремі взаємопов'язані частини. Використовують три основних підходи для розробки робототехніки: структурний, блочно-ієрархічний і об'єктно-орієнтований.

Структурний підхід передбачає розробку різних варіантів роботи з наявних компонентів і оцінку варіантів за заданими критеріями. Даний підхід заснований на розбитті роботи на блоки за функціональною ознакою, коли кожен блок роботи виконує відповідну функцію.

Блочно-ієрархічний підхід заснований на виділенні різних ієрархічних рівнів роботи, наприклад рівень планування руху, рівень управління, рівень виконавчих механізмів. При цьому на верхньому рівні дається загальний опис роботи, а на наступних рівнях цей опис деталізується. Для ієрархічної структури характерний зв'язок елементів із сусідніми рівнями, а міжелементні зв'язки на одному рівні відсутні. Найбільш часто розрізняють три рівні проектування. На верхньому рівні зазвичай розробляють структурні схеми та загальний вигляд роботи. На середньому рівні відбувається розробка окремих пристроїв, в результаті чого з'являються функціональні і принципіві схеми. На нижньому рівні проектуються окремі деталі і елементи роботів. Зазвичай проектування роботів є багатокроковим етапом, що вимагає проведення науково-дослідних робіт, потім слідує етап ескізного проекту, технічного проекту, етапи випробувань.

Кожний з приведених етапів може бути розділений на різні частини, які називаються процедурами. Основні сфери використання дистанційно-керованих систем в умовах екстремальних середовищ та місцях які є важко доступними або небезпечними для людини, серед таких сфер потрібно відзначити космічні та підводні простори, виробництва і лабораторії з високим ризиком радіаційного випромінювання, це також можуть бути зони обслуговування термоядерних енергетичних установок, або контроль радіаційного рівня на територіях АЕС як показано (Рисунок 1.2). Велике значення надається використанню таких систем пов'язаних з різними галузями людської промисловості, побуту та медицини. Новим важливим етапом є створення рухомих, а також крокуючих апаратів, - це важливий етап при вивченні місяця, марсу та інших планет. Такі роботизовані

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		12

платформи розширюють можливості космічних досліджень, та дозволяють за допомогою одного апарату зібрати різну кількість даних з поверхні. Освоєння Місяця в майбутньому не можливо уявити без автоматичних та дистанційно-керованих засобів. Можна також створювати великогабаритні планетоходи, для перевезення вантажів та астронавтів, такі машини будуть обладнані оснащенням різного виду, в тому числі і маніпуляторними пристроями.



Робот радіаційної розвідки



Багатоцільовий робот Spot



Марсоход "Mars 2020"



Робот-сапер



Робот-дезактиватор працював на ЧАЕС

Рисунок 1.2 – Види дистанційно керованих роботів за призначенням

## 1.2 Характеристика об'єкту розробки

Збереження здоров'я людини є найгольвнішим пріоритетом для нашого життя. Ми повинні розробляти і впроважувати технології, які дозволять зберегти людське життя від впливу тих чи інших чинників. Одним із таких чинників є радіаційне опромінення воно дуже шкідливе, для людини і може викликати багато захворювань.

Саме тому в основу цього проекту покладено роботизованого розробку модуля на базі Arduino, який вимірює радіаційне забруднення. Дана система буде складатись і з основної платформи, яка зможе пересуватися за допомогою 4-х колесної бази, на цій платформі буде встановлено контролер Arduino, драйвер керування двигунів та головний елемент плата для вимірювання радіаційного

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		13

фону в повітрі. Весь модуль буде керуватись за допомогою аплікації розробленої для ОС Android. Робот може використовуватися як за прямим призначенням (досліджувати важкодоступні місця), так і виступати в ролі дослідного зразка для експериментів з різноманітними програмними фреймворками і апаратними компонентами (у мікроконтролера залишилися вільні контакти, до яких можна підключати додаткові модулі)[8]. Звичайно такий пристрій наврядчи можна буде використовувати на великих підприємствах, але він служить хорошою базою для тестування і розробки аналогічних пристроїв та систем, в університетах або для власного використання.

### 1.3 Аналіз існуючих аналогів

В світі розробляють різноманітні роботизовані системи для вимірювання радіаційного фону. Великі проектні системи розробляють в основному спеціалізовані інститути і компанії, та такий проект може коштувати значну суму грошей і людських ресурсів. Проекти менш затратної складності також мають право на життя, але їхня якість буде значно нижчою. Багато країн розроблять таких роботів, за для власних проблем. Особливо після наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, коли стало зрозуміло що їхнє використання зможе зберегти людські життя.

В Україні, за роки що минули після аварії Національною академією наук України. Проектувались дистанційно керовані агрегати. Велися роботи по створенню і використанню всередині об'єкта "укриття" діагностичних дистанційно керованих пристроїв. Було виготовлено сімейство роботів різного призначення для вирішення поставлених завдань.

Китайські науковці також розробляють свого першого робта. До складу його оснащення буде входити маніпулятор і сенсорний апарт, здатний проводити різноманітні дослідження в умовах радіаційної обстановки. За своїми розмірами він буде не достатньо великий, відомо що його вага буде близько 30 кілограмів, а в висота його становитиме 88 см. Такий модуль зможе долати різні перешкоди, а також перетинати не великі водойми. До переваг китайського роботу, можна

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		14

віднести те що він зможе працювати в умовах сильного радіаційного забруднення, виконувати різні радіометричні дослідження, та відображати відомості про ділянки території АЕС, що небезпечні для людей через підвищений рівень радіації. Сенсори цього роботу дозволяють виміряти випромінювання на відстані до одного кілометра.

Розроблений Центрально науково-дослідним інститутом (РФ) , робот радіаційної розвідки РТК-05, здатний виконувати функції, проведення радіаційної розвідки, пошук локальних джерел гамма-випромінювання на важкодоступних ділянках місцевості, в промислових і житлових приміщеннях. Він здатний накопичувати, обробляти і подавати інформацію про радіаційну обстановку у вигляді картограми доз за маршрутом розвідки та місцезнаходження радіоактивних джерел. Також розміщує на собі, модульну маніпуляційну систему, додаткові модулі радіаційної розвідки, модулі хімічної розвідки. Його наступником є роботизована платформа РТК-09, цей дистанційно-керований робот призначений для ведення аудіовізуальної розвідки, та обстеження приміщень, об'єктів і потенційно вибухонебезпечних предметів. Крім того, робо може доставляти легкі (до 2 кг) вантажі, вести потайне спостереження і дистанційну охорону об'єктів. При масі 10 кг РТК-09 (Рисунок 1.3) здатний рухатися зі швидкістю до 3 м/с і працювати в автономному режимі до 4 год. Дистанційне керування роботом забезпечується на максимальній дальності до 1000 м.

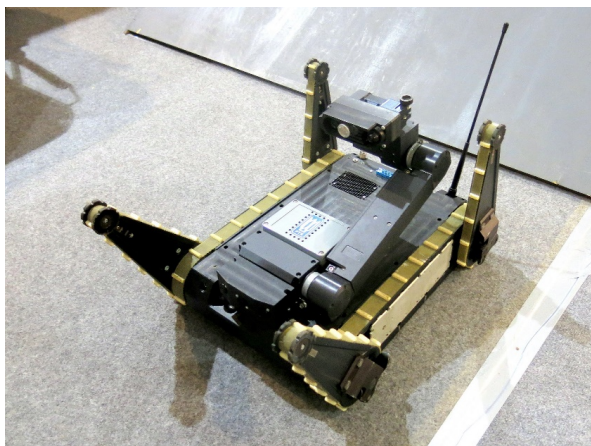


Рисунок 1.3 – Дистанційно керований робот РТК-9

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		15

Робот змінного типу був використаний в реакторі Ringhals 1 в Швеції для ремонту витоку, що надходить з труб, які є частиною механізму приводу штока управління, розташованого під корпусом реактора. Для цієї мети була розроблена точна копія, яка гарантує, що робот-маніпулятор "змія" зможе успішно виконати свою місію. Здатність такого робота досягати і ремонтувати області, які повинні були бути недоступні протягом усього життєвого циклу об'єкта, представляє інтерес для його майбутніх застосувань.

Cortez et al., представили мініатюрного робота під назвою Khepera II, який був оснащений дуже маленьким датчиком випромінювання для виявлення місць, пов'язаних з високим рівнем радіації. Цей проект реалізував цікаву, автоматизовану послідовну стратегію пошуку радіаційного опромінення, яка фокусується на розподілі радіоактивності в межах великої площі. Прийнята стратегія передбачає переміщення керованої - платформи по заздалегідь визначеній плоскій сітці і використання датчика випромінювання для ідентифікації відсутності або наявності джерела випромінювання на статистичній основі.

Компанія Guan, розробили двоногу модель з п'ятьма ступенями руху, робот-скалолаз, що використовує спеціальні присоски. Він оснащений камерою, та дозиметром, а також датчиком вологості і бездротовим відеопередавачем. Навігаційна система використовує сигнали від датчика відстані, інклінометра і датчика тиску. Вбудована система управління включає в себе Мікроконтролер ST(STM32F103) на базі ядра ARM. Маса робота становить близько одного кілограма, а його розміри є достатньо маленькими, він був добре оцінений за його навігаційні здібності, та вміння долати перешкоди.

Зовсім недавно Dong et al., представили водонепроникний гусеничний колісний робот, який включає в себе можливість підйому по сходах за допомогою додаткових поворотних важільних гусениць. В основному корпусі знаходяться акумулятор, двигуни та обладнання бездротового зв'язку. Останній розміщений в окремому сегменті корпусу, щоб уникнути електромагнітних перешкод через силового пристрою. Радіаційний захист забезпечується за допомогою кадмієво-селенової оболонки на камері робота, а захисної вольфрамової та кремнієвої

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		16

смоли на внутрішніх електричних компонентах корпусу і посрібленого паперу на проводці. Управління положенням і рухом поворотної руки включено в людино-машинний інтерфейс. Автори включають в себе розробку алгоритму управління рухом робота . Ніякої інформації про датчики, що використовуються в системі, не наводиться.

Робот – дозиметрист (Рисунок 1.4), призначений для виявлення агресивних агентів і відбору проб, а також для сценаріїв порятунку людини. Важливою особливістю робототехнічної системи, є розробка методу знезараження робота після його використання, для того щоб усунути будь-який ризик, радіаційного забруднення для операторів. Це включає в себе нанесення додаткового покриття на корпус робота для оптимізації знезараження. Робот має мультисенсорну систему, можливість картографування і людино-машинний інтерфейс, який також дозволяє здійснювати напівавтомону роботу . Його шасі не містить галогенів і стійке до радіації. Конструкція складається з полікарбонатної нержавіючої сталі AISI 304 BA. Навігація включає в себе використання абсолютних енкодерів і диференціальної глобальної системи позиціонування. Він також оснащений переднім бампером для подолання перешкод і може бути оснащений або колесами, або чотирма гусинецями. Для відбору проб використовуються пристрій забору, який поміщає речовину в спеціальний контейнер.

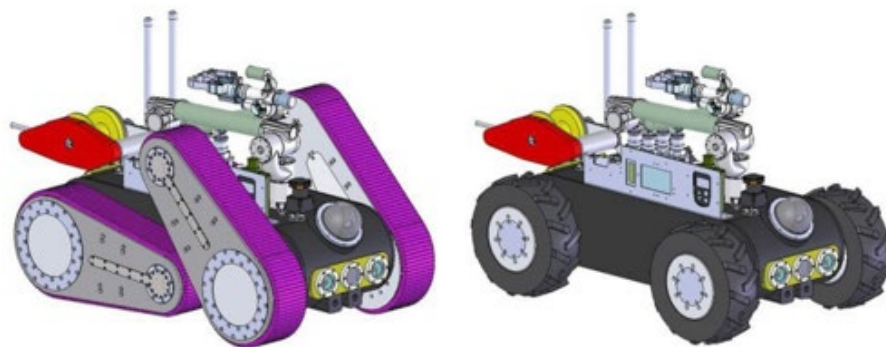


Рисунок 1.4 – Прототип робота-дозиметриста

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Також з розробок останніх років є роботизована платформа Hauser (2017р.) розробки компанії Ducros and Hauser (Рисунок 1.5). Робот важить 80 кг , а його розміри становлять близько пів метра. Він розроблений і використовується для характеристики ядерних середовищ шляхом визначення місця розташування і вимірювання рівнів, які дають радіоактивні джерела. Робот розділений на дві частини, одна з яких є рушійною частиною, яка по суті являє собою шасі з полімерними гусеницями. Верхня частина складається з двох корпусів, причому перший містить дві ПЗС-камери для переднього і заднього виду, білі світлодіоди для забезпечення освітлення і двигун, що приводить в рух камеру гамма-випромінювання. Інша частина містить електронні схеми і комунікаційних платформ. Він може бути встановлений вгору за допомогою різних інструментів залежно від призначення, тобто для вибірки він використовує механічну руку, в той час як для зіставлення використовуються гамма-камери Екранування зроблено з вольфрамового сплаву, що збільшує в цілому вагу на 17 кг. цей апарат виявляє енергії від 50 КЕВ і до 2 МЕВ. Радіаційний дозиметр робота - це основа пробки Гейгера-Мюллера.



Рисунок 1.5 - Роботизована платформа з гамма-камерою зліва і маніпулятором справа (Ducros and Hauser, 2017)

#### 1.4 Вибір середовища розробки

##### 1.4.1 Arduino

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		18

Arduino-це назва популярної італійської електронної платформи, яка прагне бути максимально простою у використанні. І апаратне, і програмне забезпечення повністю відкриті. Вона призначена для легкого і швидкого прототипування і в основному орієнтована на початківців студентів без досвіду роботи в електроніці або програмуванні[3].

Платформи Arduino бувають різних сортів. Більшість з них базуються на мікросхемах AVR - серії, які випускає Atmel. У той час як саме ці чіпи забезпечують всю реальну функціональність, плата Arduino просто полегшує їх використання. Можна стверджувати, що для досвідчених користувачів електроніки справжня цінність Arduino походить не від плат, а від всієї екосистеми з відкритим кодом, яка виростає навколо них, і всіх бібліотек та спільнот, які вони надають.

Arduino був обраний для цього проекту, тому що він зручний для початківців, простий в розробці і має безліч прикладів і навчальних посібників в Інтернеті. Важливо мати на увазі, що кінцевою метою цього проекту робота є створення чогось веселого і доступного, що може бути зрозуміле і ким завгодно.

#### 1.4.2 Плати розширення Arduino

Arduino shields-це плати доповнення, які можуть бути покладені поверх плати Arduino для подальшого розширення її можливостей. На ринку існують сотні різних видів щитів, як офіційних, так і неофіційних. Вони надають такі функції, як бездротовий зв'язок у вигляді Wi-Fi або радіо, простіший зв'язок з двигунами і сервоприводами, додаткові датчики і багато іншого. Плати розширення є основними елементами для розробки цього проекту, далі розглянуто деякі основні плати Arduino Shields.

#### Arduino I/O Expansion Shield (Рисунок 1.6)

Як випливає з назви, це екран розширення, для вводу-виводу дозволяє підключати кілька аналогових і цифрових пристроїв вводу-виводу до Arduino без макетної плати і пайки. Є колектори для підключення 3-контактних і 4-контактних датчиків. Ви можете вибрати напругу живлення для датчиків в діапазоні від 3,3 В до 5 В. Крім того, є спеціальний роз'єм Xbee з кнопками

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		19

EASYLINK і скидання. Існують також роз'єми як для I2C (I2C), так і для SPI. Всі заголовки пін-кодів мають акуратне кольорове маркування для зручності ідентифікації.

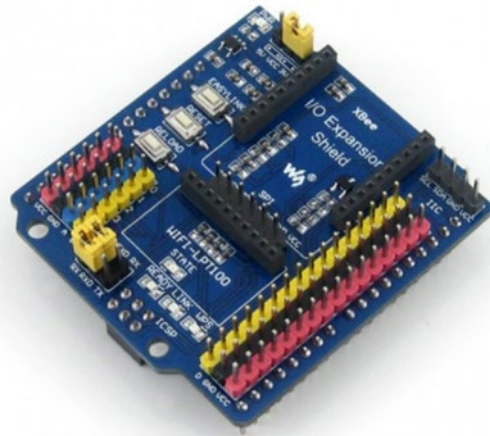


Рисунок 1.6 - Плата розширення Вводу/Виводу

#### Arduino Motor Shield (Рисунок 1.7)

Для створення роботів і автомобілів за допомогою Arduino, драйвер двигуна є важливим компонентом. На щастя, є кілька екранів драйверів двигунів для Arduino, щоб скоротити час і складність проектування. Найпопулярнішим є моторний щит L293D. Він містить знаменитий драйвер двигуна L293D IC. Плата розширення складається з двох мікросхем L293D і мікросхеми зсувного регістра 74НС595. Використовуючи цей екран, ви можете підключити 4 двигуни постійного струму (до 12 В) і два серводвигуна (5 В) одночасно. Для живлення двигунів є роз'єм для забезпечення зовнішнього джерела живлення.

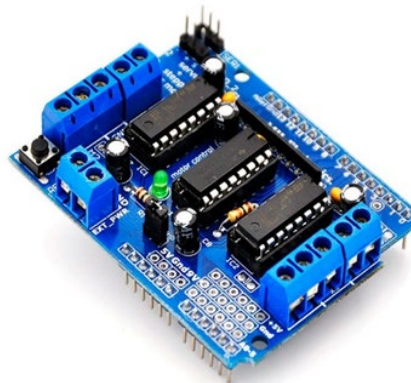


Рисунок 1.7 - Плата розширення керування двигунами

### Arduino Touchscreen LCD Shield (Рисунок 1.8)

Сенсорний модуль є хорошим доповненням для будь-якого проекту Arduino. РК-екран із сенсорним екраном TFT- це простий спосіб розпочати роботу з екранами такого типу. Існують модулі різного розміру та 2,4-дюймовий РК-дисплей є досить популярним, цей РК-дисплей підтримує роздільну здатність 320x240 пікселів. Існує багато РК-контролерів, але SPFD5408 є один із найвідоміших, він також містить слот, що підтримує карти microSD.

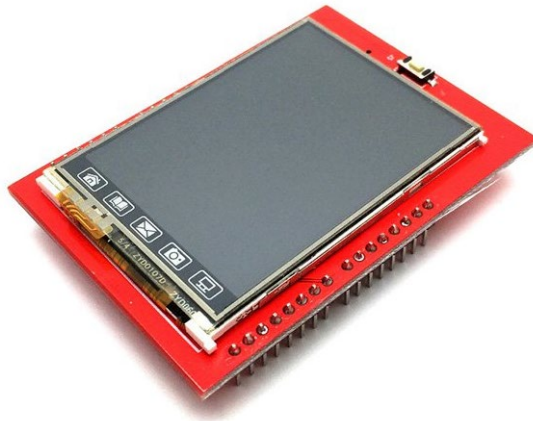


Рисунок 1.8 - Плата розширення сенсорного екрану

### Arduino Input Shield (Рисунок 1.9)

Управління роботами і радіокерованими автомобілями за допомогою джойстика – це доволі зручний процес. Модуль джойстика є досить складним, так як він не підходить для макетної плати. Таким чином, використання плати джойстика поверх плати Arduino повністю змінює відчуття. Існує кілька типів щитів джойстика, але той, який представлений тут, являє собою повний набір. Він містить 2-осьовий модуль джойстика, 6 Кнопок, роз'єм послідовного інтерфейсу, роз'єм інтерфейсу I2C і спеціальний роз'єм модуля nRF25L01.

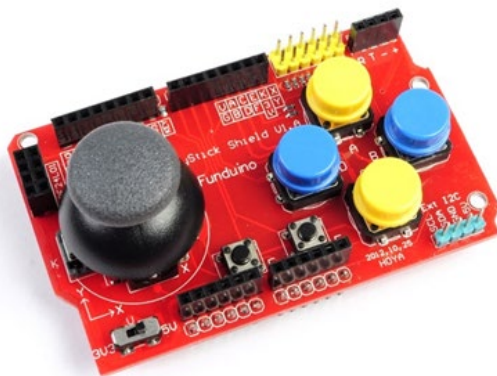


Рисунок 1.9 - Плата розширення JoyStick shield

#### Arduino NFC / RFID Shield (Рисунок 1.10)

PN532 NFC-контролер на основі NFC / RFID Shield - це ідеальна плата для додавання функцій RFID або NFC 13,56 МГц у ваші програми Arduino. Екран сумісний з комунікаційними інтерфейсами SPI, I2C і SPI.

Він поставляється з бортовою антеною, а також зовнішньою антеною (будь-яка антена може бути обрана за допомогою перемичок). Крім того, інтерфейс зв'язку може бути обраний з іншим набором перемичок.

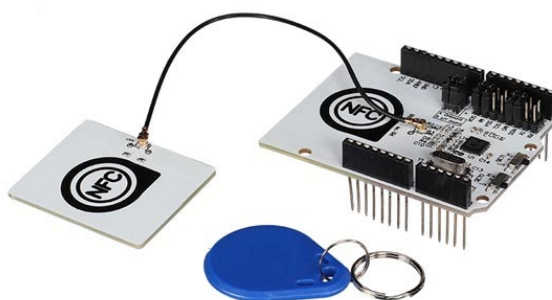


Рисунок 1.10 - Плата розширення NFC

Отже ми бачимо, що існує велика різноманітність плат, пристроїв та компонентів які можна використовувати сумісно із Arduino. Це дає можливості для створення найрізноманітніших проектів, як студентських так і наукових.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

### 1.4.3 C++ і мова програмування Arduino

C++ є об'єктно-орієнтованою мовою, яка відноситься до класу C подібних мов, спочатку розроблений Б'ярне Строструпом 1979 року. З моменту свого створення мова C++ вплинула на багато інших мов програмування, такі як C# і Java. Він в основному призначений для системного програмування і вбудованих, високопродуктивних систем.

У той час як C++ вважається надсетом мови C, мова, що використовується для програмування сімейства мікроконтролерів Arduino, можна розглядати як підмножина C++. Хоча багато знайомих парадигм програмування на C++, такі як об'єктно-орієнтоване програмування, в основному занадті для вбудованого використання, мова Arduino в основному є простим набіром функцій C/C++.

Нижче наведено приклад початкового мінімуму програми для Arduino

(Рисунок 1.11) :



```
sketch_dec07a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Рисунок 1.11 – Стартове вікно Arduino IDE

Функції setup і loop є єдиними двома необхідними функціями, які завжди повинні існувати в дійсній програмі Arduino. Функція Налаштування setup викликається один раз при першому включенні мікроконтролера на початку програми. Потім програма продовжує працювати постійно всередині функції loop. Далі приведено модель життєвого циклу для програм на Arduino (Рисунок 1.12)

## Життєвий цикл програми на Arduino

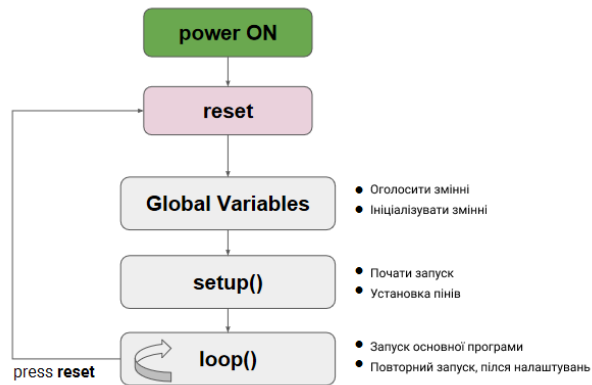


Рисунок 1.12 – Модель життєвого циклу для програм Arduino

### 1.4.4 Arduino IDE

Arduino IDE-це мультиплатформенна платформа розробки для створення вбудованих програм, які працюють на багатьох різних мікроконтролерах Arduino. В порівнянні з багатьма іншими сучасними IDE він є досить базовим за своєю функціональністю та іншими можливостями. Розгортання коду на мікроконтролері в Arduino IDE досить не складне. Потрібно просто підключити USB-кабель до USB-порту Arduino, вибрати правильну модель плати з IDE і завантажити код. Весь Arduino IDE з його численними службовими бібліотеками насправді є просто зручною оболонкою навколо компілятора AVR-GCC, який обробляє компіляцію вихідного коду у формат, який може зрозуміти вбудований ATmega Arduino. Після того як код був перевірений на наявність помилок і скомпільований в двійковий файл, інша утиліта під назвою AVRDUDE (скорочення від AVR Downloader/UploADEr) обробляє завантаження і збереження програми на самому Arduino. Багато просунутих користувачів вважають за краще обходити відносну громіздкість Arduino IDE за допомогою свого кращого текстового редактора / IDE і просто використовувати the AVR-GCC і AVRDUDE в якості автономних програм.

#### 1.4.5 Операційна система Android

Android - це дуже популярна операційна система на базі Linux, спеціально розроблена для смартфонів і планшетів. За оцінками в даний час існує більше одного мільярда пристроїв запущених на Android у світі. Крім планшетів і телефонів, Android також присутній наприклад в телевізорах, наручних годинниках і карта. Будучи заснованою на ядрі Linux, Android є технологією з відкритим вихідним кодом. Android спочатку був розроблений Android Inc., однак компанія була придбана Google в 2005 році, який в даний час підтримує Android.

Незважаючи на те, що Android технічно є технологією з відкритим кодом, більшість виробників включають принаймні деякі власні драйвери з закритим вихідним кодом, залежно від моделі. Це має небажаний побічний ефект багатьох пристроїв Android, які важко оновити, оскільки Google не може просто випустити нову версію операційної системи. Через це Android піддавався критиці за те, що має багато фрагментації щодо його різних версій. Це робить його важким для розробників Android, оскільки їм, доводиться розробляти програмне забезпечення для багатьох сильно відмінних версій Android. Для цього проекту Android був обраний в якості розробки аплікації, для керування роботизованим модулем.

#### 1.4.6 Мова програмування Java

Як і C++, Java також є об'єктно-орієнтованою мовою програмування загального призначення. Вона була створена Джеймсом Гослінгом в 1995 році, який на той час працював на Sun Microsystems. Sun Microsystems була придбана корпорацією Oracle в 2010 році, яка з тих пір продовжує її розробку і обслуговування .

Java має досить багато застосувань, і одне з найбільш популярних застосувань-це програмування мобільних додатків для платформи Android. У цьому конкретному проекті логіка самого робота запрограмована на C++, як уже згадувалося раніше, а Мобільний додаток, що використовується для управління

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		25

ним, запрограмований на Java. Ці програми називаються нативними додатками, оскільки вони розробляються з використанням власних інструментів і бібліотек. Також можна писати іншою мовою, але тоді потрібна платформа для перетворення у власну програму для цього API. Для виконання файлів програмування Android не використовує JVM (віртуальну машину JAVA), а замість цього використовує DVM (віртуальну машину Dalvik), яка не є істинною JVM. Таким чином, для виконання файлів він повинен бути перетворений у формат DEX, а потім упакований в пакет Android (APK).

Для мобільних додатків JAVA спеціально розробила J2ME (JAVA to micro edition). Всі програми J2ME повинні мати основний клас, похідний від спеціального класу, званого мідлетом. Стандартне середовище виконання JAVA для цих пристроїв надається з використанням профілю мобільного інформаційного пристрою (MIDP) і конфігурації підключеного обмеженого пристрою (CLDC). Для написання додатків J2ME знадобиться Java platform micro edition SDK (комплект для розробки програмного забезпечення) і IDE, які можуть бути Eclipse, Android Studio або Netbeans. Але для розробки додатків для Android JAVAmidlet повинен бути перетворений в додатки для Android, і для цього використовуються такі інструменти, як J2Android. Цей інструмент може конвертувати будь-які програми Java midletinto для Android.

Виникає питання про продуктивність JAVA і майбутнє додатку, Java надає платформу для перспективних мов, заснованих на JVM, таких як Scala і Clojure. А з появою нової версії JAVA 11 стане більш ефективною. На закінчення слід зазначити, що JAVA є найкращим вибором для мобільних розробників, які працюють над додатками для Android, оскільки вона зручна і відносно проста у використанні.

#### 1.4.7 Android Studio

Android Studio - це офіційне інтегроване середовище розробки (IDE), яке використовується для розробки аплікацій ОС Android. IDE Android Studio створювалось на основі IntelliJ IDEA. Середовище розробки можуть

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		26

використовувати як невеликі команди, так і міжнародні компанії. Розробка масштабних проектів дозволяє досвідченим розробникам вибрати необхідні інструменти.

Створення проектних рішень в Android Studio відбувається за допомогою мов програмування Java або C++. В основі робочого процесу Android Studio закладено концепт безперервної інтеграції, що дозволяє відразу ж виявляти наявні проблеми. Тривала перевірка коду забезпечує можливість ефективної роботи зворотнього зв'язку з розробниками. Така опція дозволяє швидше опублікувати версію мобільного додатка в Google Play App Store. Для підтримки розробки додатків в операційній системі Android, IDE використовує систему збірки на основі Gradle, емулятор, шаблони коду та інтеграцію з Github. Кожен проект в

Android Studio має одну або кілька модальностей з вихідним кодом і файлами ресурсів. Ці умови включають модулі додатків для Android, бібліотечні модулі та плагіни Google App Engine. Android Studio застосовує можливість миттєвої Push відправки змін коду і ресурсів в запущений додаток. Зручний редактор коду, сприяє писанню коду і пропонує завершення коду, заломлення та аналіз. Додатки, інтегровані в Android Studio, потім перетворюються в APK для відправки в Google Play Store.

#### 1.4.8 Git і GitHub

Git-це розподілена система управління версіями з відкритим вихідним кодом. В основному Git працює шляхом збереження і відправки знімків проекту в віддалений репозиторій. Інші люди можуть потім фіксувати і витягувати зміни з цього репозиторію. Будучи розподіленим, Git немає термінової необхідності в розміщенні служби управління версіями в інтернеті, тому що кожен репозиторій Git містить всю незакращену історію проекту. Git був спочатку створений Лінусом Торвальдсом, щоб допомогти в розробці ядра Linux . Незважаючи на те, що це традиційно програма командного рядка, позбавлена графічного інтерфейсу, багато таких сторонніх програм з'явилися з моменту git's створення Git.

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		27

GitHub-це соціальний хостинг виключно для репозиторіїв Git. GitHub є дуже популярним засобом для розробників по всьому світу, щоб співпрацювати один з одним на різній відстані.

### 1.5 Постановка завдання

Мета даного проекту полягає в створенні такої системи, яка здатна забезпечувати радіаційну розвідку в умовах підвищеного радіаційного фону. Створення цієї системи ставить перед собою наступні задачі:

- Дослідження теми проекту, визначення необхідних завдання, що зможуть покращити роботу на небезпечних ділянках.
- Вибір компонентів для створення модуля, яким можна керувати дистанційно.
- Написання програмних додатків, та тестування системи.

### 1.6 Висновки до розділу 1

В першому розділі було розглянуто багато аналітичних аспектів які допоможуть в розробці даної системи, можна зазначити що пристрої, які пов'язані з вимірювання радіаційного забруднення, є досить не простими в проектуванні. Досягнення доброго рівня якості та безпеки потребує певних зусиль і спеціальних навичок від проектувальника. Розробка модуля для вимірювання радіаційного забруднення, буде опиратись на використання роботизованої платформи дистанційного керування, за допомогою смартфона на ОС Android. В попередніх розділах, було детально розглянуто інструменти, які будуть використовуватись в проектуванні системи, зокрема Arduino IDE, мова програмування C++, для мікроконтролера Arduino, Android та Java.

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		28

## 2 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

### 2.1 Основні блоки модуля

У даній роботі розроблена робототехнічна система для досягнення поставлених завдань що до забезпечення громадської радіаційної безпеки на АЕС, лабораторіях чи інших підприємствах, на яких є ризик радіаційного випромінювання. Система ділиться на п'ять основних блоків наступним чином:

1. Блок руху: він відповідає за переміщення робота в чотирьох напрямках. Цей блок включає мотор і 4 приводи мотора прикріплених до пластикових колес. Блок дозволяє пристрою рухатися вперед і назад, повертатися вліво і вправо і обертатися на 360°.

2. Блок управління: це основна електронна плата, яка склеює інші компоненти. Він закріплений по-середині корпусу керованого роботу. Було вирішено використати в системі мікроконтролерну плату Arduino UNO R3. Цей блок полегшує взаємодію між різними платами розширеннями роботу.

3. Чутливий блок: цей блок включає в себе в основному датчик випромінювання, який використовується для виявлення та вимірювання поточного рівня випромінювання в місці розташування робота. Для цифрового вимірювання рівня випромінювання використовується лічильник Гейгера для оповіщення про підвищений рівень радіаційного випромінювання на платі є пезодинамік.

4. Блок бездротового зв'язку: цей блок служить для зв'язку між роботом і керуючим середовищем. Керуюче середовище, що включає програмне забезпечення, за допомогою якого здійснюється управління і моніторинг робота, буде детально розглянута в наступних розділах. Центральною частиною даного пристрою є бездротовий комутатор, який кріпиться до корпусу модуля.. Цей блок включає в себе GPS-контролер, який використовується для визначення поточного місця розташування (його географічних координат, широти і довготи) робота при виникненні ситуації витоку радіації. GSM-контролер забезпечений SIM-картою

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		29

для відправки відповідних SMS-повідомлень оператору в разі виникнення тривоги.

5. Блок зору : система роботи буде оснащена FPV камерою, яка діє як очі оператора робота. Він підключений до Arduino UNO R3 і закріплений поверх платформи. Працює камера в денному режимі , так що бар'єри, з якими стикається під час свого руху платформа, будуть оминатися.

Модуль розроблений таким чином, щоб забезпечити високу гнучку мобільність, високий ступінь точності і надійності . Наприклад, рух, обертання і рівні енергоспоживання робота повинні бути в гармонії для швидкого руху і адаптивних функцій. Таким чином, точні результати можуть бути досягнуті з низькими витратами .

Таблиця 2.1 – Перелік необхідних компонентів модуля

Назва	Кількість
Arduino UNO R3	1 шт.
Акрилова платформа	1 шт.
Двигун	4 шт.
Колеса	4 шт.
Лічильник гейгера для Arduino	1 шт.
Драйвер двигунів L298N	2 шт.
Модуль Bluetooth	1 шт.
Літій полімерна батарея	1 шт.
Arduino GPS Shield	1 шт.
FPV Камера	1 шт.
Конденсатор 470 uf	1 шт.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Компоненти підібрані в (Таблиця 2.1) є порівняно не дорогими в затратах, але цілком можуть використовуватись, для даного проекту, Підбір здійснювався на основі переглянутих аналогів, та рівні складності їх використання. Звичайним плюсом є те, що вся додаткова інформація є доступною на українській мові. Це сприяло покращенню розуміння технічних характеристик приведених комплектуючих.

## 2.2 Опис комплектуючих елементів

### Arduino UNO R3 (Рисунок 2.1)

Arduino Uno R3 - це один з видів плати мікроконтролера на базі ATmega328P. Він включає в себе все необхідне для утримання мікроконтролера; потрібно просто підключити його до ПК за допомогою USB-кабелю і подати живлення за допомогою адаптера змінного струму або батареї, щоб почати роботу. Термін Uno означає "один" на мові "італійський" і був обраний для позначення випуску програмного забезпечення Arduino IDE 1.0. R3 Arduino Uno є 3-й, а також самої останньої модифікацією Arduino Uno. Плата Arduino і програмне забезпечення IDE є еталонними версіями Arduino і в даний час перейшли до нових випусків. Uno-плата є основною в послідовності плат USB-Arduino і еталонною моделлю, розробленою для платформи Arduino [13].

Arduino Uno R3-це остання версія після Duemilanov з поліпшеним чіпом інтерфейсу USB. Як і Duemilanove, він має не тільки розширений заголовок екрану з опорною напругою 3,3 В і штифтом скидання (що вирішує проблему того, як дістатися до штифта скидання в щиті) і запобіжник на 500 мА для захисту USB-порту вашого комп'ютера, але і автоматичну схему вибору живлення USB або постійного струму без перемички. Uno сумісний з pin-кодом і кодом Duemilanove, Diecimillai більш старими Arduino, тому всі ваші щити, бібліотеки, код як і раніше будуть працювати. TheR3 (3-я редакція) UNO має кілька незначних оновлень, з оновленням чіпа інтерфейсу USB і додатковими проривами для висновків i2c і IOREfpin. Розміщення пінів на платі приведено (Рисунок 2.2)

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		31



Рисунок 2.1 - Монтажна реалізація елементної бази плати Arduino Uno R3

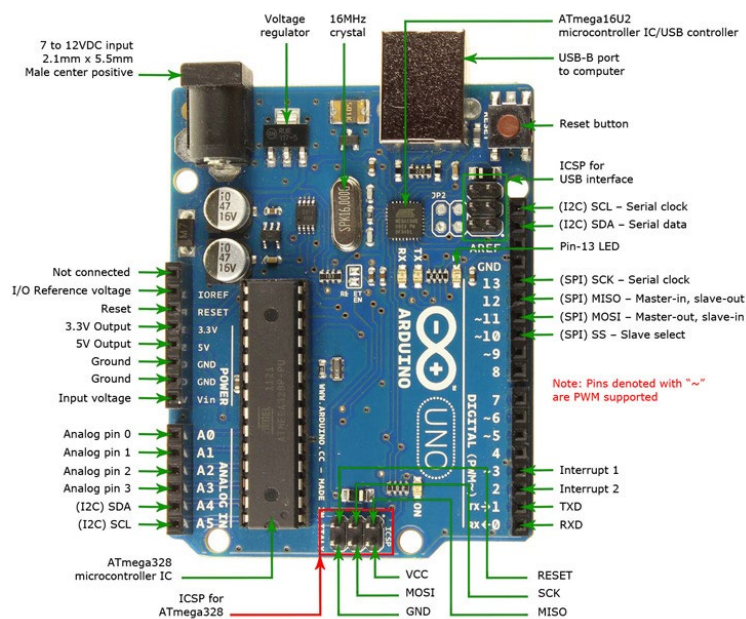


Рисунок 2.2 - Розпіновка плати Arduino UNO R3

Особливої уваги в платі Arduino заслуговує мікроконтролер, ATmega328P (Рисунок 2.3), він є однокристальним, високопродуктивним і ефективним мікроконтролером, створений компанією Atmel в сімействі megaAVR. Це 8-бітний мікроконтролерний чіп на основі AVR RISC. Він складається з 32 КБ флеш-ПАМ'ЯТІ ISP з можливістю читання і запису, 2 КБ SRAM(статична Оперативна пам'ять), 1 КБ EEPROM, 23 контактів вводу-виводу загального призначення, годин 16 МГц, 32 робочих регістрів загального призначення, трьох гнучких таймерів/лічильників з режимами порівняння (два 8-бітних і

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

один 16-бітний), внутрішніх і зовнішніх переривань, послідовного програмованого UART, байт-орієнтованого інтерфейсу I2C (міжінтегрована схема), послідовного порту SPI, 6-канального 10-бітного аналого-цифрового перетворювача, програмованого сторожового таймера з внутрішнім генератором і п'яти програмованих режими енергозбереження. Пристрій працює в діапазоні напруг 1,8-5,5 вольт [15]. Співставлення між контактами та платою Arduino приведено на (Рисунку 2.4).

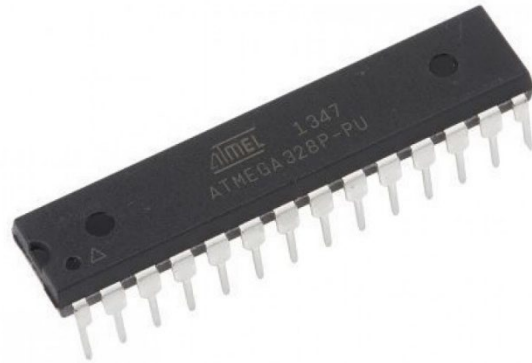


Рисунок 2.3 – Мікроконтролер (Atmel) ATMEGA328P

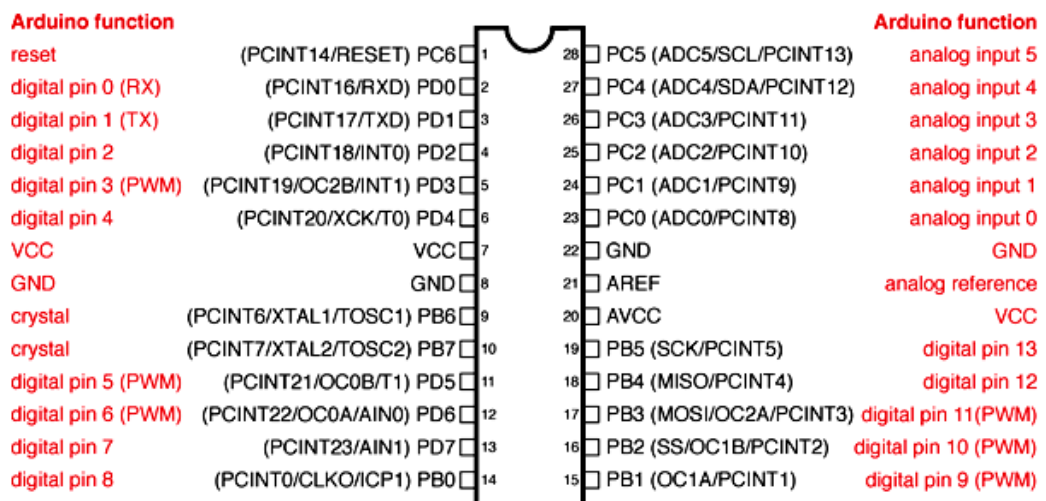


Рисунок 2.4 – Співсталення конатактів між Arduino UNO і мікроконтролером Atmega

### Мобільна платформа 4WD (Рисунок 2.5)

В якості платформи для розміщення елементів роботизованої системи була обрана мобільна платформа 4WD для Arduino. Включає в себе 4-кратні приводні двигуни, 4-кратні колеса і повне шасі з монтажним обладнанням. Включений другий рівень дозволяє додати більше електроніки і визначити модульну компоновку. Прямокутний отвір дозволяє прикріпити сервопривід і використовувати його для декількох цілей, таких як рухома камера або роботизована рука. Високоміцний матеріал корпусу з алюмінієвого сплаву забезпечує гнучкість при швидкому переміщенні, особливо на відкритій траві, гравії, піску або похилій поверхні. Збільшений термін служби електроніки і зубчастих коліс завдяки структурі дослідження chassis.

Мобільна платформа Pirate - 4WD для Arduino також підходить для змагань роботів і дослідницьких проектів. Різні датчики можуть бути легко додані і захищені від зовнішніх пошкоджень. Нижній міцний корпус захищає двигуни і акумуляторну батарею, щоб уникнути пошкоджень при падінні. Якщо ви раніше будували з врятованих деталей, ви можете відрізнити їх від високоміцного алюмінієвого сплаву, який утримує деталі разом і призначений для датчиків і електронної збірки.



Рисунок 2.5 – Акрилова платформа для Arduino з 4-ма двигунами

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

## Плата драйвера двигунів L298N (Рисунок 2.6)

L298N-це подвійний драйвер двигуна H-Bridge, який дозволяє одночасно керувати швидкістю і напрямком двох двигунів постійного струму, в цьому проекті драйвер буде використовуватись для роботи з 4-ма двигунами підключеними паралельно. Модуль може керувати двигунами постійного струму з напругою від 5 до 35 В і піковим струмом до 2 А. Модуль має дві гвинтові Клемні колодки для двигуна А і В, а також ще одну гвинтову клемну колодку для штиря заземлення, VCC для двигуна і штир 5 В, який може бути як входом, так і виходом. Це залежить від напруги, що використовується на двигунах VCC. Модуль має вбудований регулятор 5 В, який або включений, або відключений за допомогою перемикача. Якщо напруга живлення двигуна досягає 12 В, ми можемо включити регулятор 5 В, А висновок 5 В можна використовувати в якості виходу, наприклад, для живлення нашої плати Arduino. Але якщо напруга двигуна перевищує 12 В, ми повинні відключити перемикач, тому що ці напруги призведуть до пошкодження вбудованого регулятора 5 В. У цьому випадку штир 5 В буде використовуватися в якості входу, так як нам потрібно підключити його до джерела живлення 5 В, щоб мікросхема працювала належним чином[16].

Тут ми можемо відзначити, що ця мікросхема виробляє падіння напруги приблизно на 2 в. Так, наприклад, якщо ми використовуємо джерело живлення 12 В, напруга на клемах двигунів буде близько 10 В, що означає, що ми не зможемо отримати максимальну швидкість від нашого двигуна постійного струму 12 В. Далі йдуть входи логічного управління. Контакти Enable а і Enable В використовуються для включення і управління швидкістю двигуна. Якщо на цьому виводі присутній перемикач, двигун буде включений і працювати на максимальній швидкості, і якщо ми приберемо перемикач, ми зможемо підключити вхід ШІМ до цього висновку і таким чином контролювати швидкість двигуна. Якщо ми підключимо цей штир до заземлення, двигун буде відключений. Далі, вхідні 1 і вхідні 2 контакти використовуються для управління напрямком обертання двигуна А, а входи 3 і 4 для двигуна В. за допомогою цих

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		35

контактів ми фактично управляємо перемикачами Н-моста всередині мікросхеми L298N. Якщо вхід 1 низький, а вхід 2 високий, двигун буде рухатися вперед, і навпаки, якщо вхід 1 високий, а вхід 2 низький, двигун буде рухатися назад. У випадку, якщо обидва входи однакові, або низький, або високий, двигун зупиниться. Те ж саме відноситься до входів 3 і 4 і двигуна.

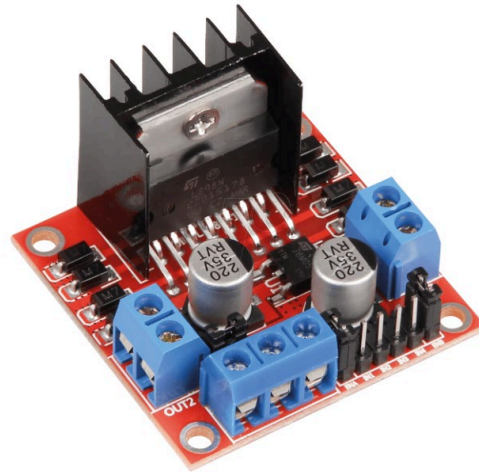


Рисунок 2.6 – Драйвер двигунів LN298N

#### Лічильник Гейгера для Arduino (Рисунок 2.7)

Плата розширення, яка буде підключена до Arduino, поширюється компанією Libelium. Структура карти розділена на дві різні частини: сигнальна схема, силова схема. Частина, призначена для силового ланцюга, здатна забезпечити високу напругу (400 В-1000 В), це є абсолютно необхідне для роботи трубки Гейгера. Для отримання такої високої напруги використовується кілька стабілітронів, з'єднаних послідовно. Частина, присвячена сигнальній схемі, має завдання приймати імпульси, що виходять з трубки Гейгера, адаптувати їх і відправляти на мікроконтролер, який, в свою чергу, матиме завдання їх підрахунку. Після підключення до плати Arduino повинен бути запрограмований для прийому сигналів, отриманих лічильником Гейгера, підрахунку їх і отримання вимірювання, яке потім може бути використано для оцінки ступеня радіоактивності, присутньої в місці вимірювання.

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		36

Імпульси будуть збиратися протягом 10 секунд, які потім будуть помножені на 6, щоб змодельовати кількість імпульсів в хвилину (срт – кількість в хвилину). Як тільки це значення буде отримано, срт буде розділений на унікальний коефіцієнт перетворення для кожного типу використовуваної трубки Гейгера. Це значення можна знайти в технічних характеристиках, наданих виробником трубки Гейгера. Таким чином, ми отримаємо значення випромінювання, яке вимірюється в мкЗв / год (мікро-зіверт на годину), за допомогою наступного розрахунку, срт \* коефіцієнт перетворення = мкЗв / год.

Трубка Гейгера-Мюллера, підключена до однієї сторони плати. Ця скляна (або навіть металева) трубка заповнюється інертним газом, таким як гелій, неон або аргон, і доводиться до низького тиску (близько 0,1 атм). Усередині трубки знаходяться два електроди, між якими поміщена різниця потенціалів в кілька сотень вольт. Один з електродів складається з дроту, що проходить через центр трубки (анод), в той час як інший електрод складається з внутрішньої поверхні трубки, часто покритої провідним матеріалом (катод). Внутрішня структура трубки створена таким чином, щоб не пропускати струм. Випромінювання, присутнє в навколишньому середовищі, проходить через поверхню трубки, і завдяки його іонізуючій силі деякі молекули або атоми інертного газу іонізуються, створюючи позитивно заряджені іони і електрони. Велика різниця в потенціалі між двома електродами створює дуже сильне магнітне поле, яке прискорює іони до одного з електродів (залежно від його заряду). По дорозі іони стикаються з іншими молекулами, іонізуючи їх, у свою чергу, створюючи каскад іонів. Цей потік в контакті з електродами буде генерувати імпульс струму, який буде виявлений платою, а потім перетворений в лічильник.

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
						37
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

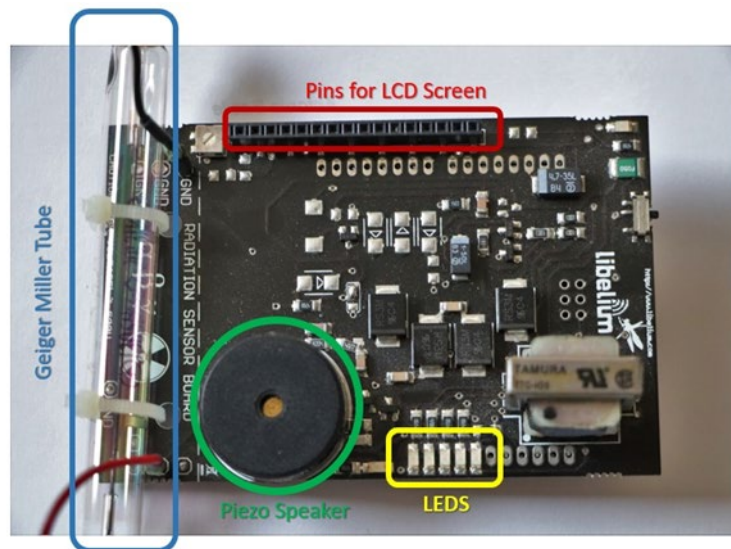


Рисунок 2.7 – Плата розширення лічильник Гейгера від Libelium

Трубка Гейгера (Рисунок 2.8), що використовується для цього конкретного екрану, являє собою модель J305β, призначену для чутливості як до бета -, так і до гамма-випромінювання. Він також обраний саме через його низьку ціну і невеликого розміру (11 см в довжину). Для розрахунку значення радіоактивності коефіцієнт перетворення дорівнює 0,008120. Ми всі знаємо лічильники Гейгера з телевізора, які можна розпізнати по тріску, що вказує на вироблені підрахунки. Чим вище ступінь тріскотіння, тим вище рівень випромінювання, що виявляється навколишнім середовищем. Щоб отримати цей звук, на платі був вставлений п'єзодинамік, який буде видавати звук для кожного виявленого імпульсу, незалежно від управління Arduino.

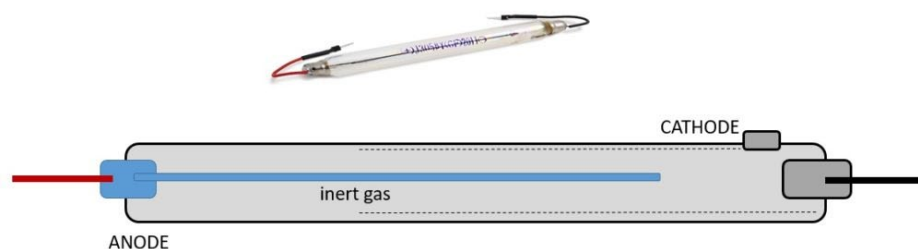


Рисунок 2.8 – Принцип побудови трубки Гейгера

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

## Модуль Bluetooth HC-06 (Рисунок 2.9)

Bluetooth-це специфікація телекомунікаційної галузі, яка описує, мобільні пристрої, комп'ютери та інші пристрої які можуть легко взаємодіяти один з одним за допомогою бездротового з'єднання ближнього дії.

HC-06-це ведений модуль Bluetooth класу 2, призначений для прозорого бездротового послідовного зв'язку. Як тільки він з'єднаний з основним пристроєм Bluetooth, таким як ПК, смартфони та планшети, його робота стає прозорою для користувача. Всі дані, отримані через послідовний вхід, негайно передаються по повітрю. Коли модуль отримує бездротові дані, вони відправляються через послідовний інтерфейс саме в той момент, коли вони приймаються. У програмі користувальницького мікроконтролера не потрібно ніякого коду користувача, специфічного для модуля Bluetooth.

Модуль має два режими роботи: командний режим, в якому ми можемо відправляти йому команди AT, і режим передачі даних, в якому він передає і отримує дані в інший модуль Bluetooth і від нього. За замовчуванням пристрій знаходився в командному режимі, і йому необхідно виконати сполучення з будь-яким пристроєм, щоб перевести його в режим передачі даних.

HC - 06 буде працювати з напругою живлення від 3,6 В постійного струму до 6 В постійного струму, однак логічний рівень виводу RXD становить 3,3 В і не допускає 5 В.він може бути пошкоджений при підключенні безпосередньо до пристрою 5 В (наприклад, Arduino Uno і Mega). Для захисту HC-06 рекомендується використовувати перетворювач логічного рівня.

Плата потребує 4 ліній для зв'язку в більшості випадків, тобто Vcc, Gnd, RX і Tx pin. На борту є два додаткових pin-коду, один з яких є державним pin-кодом, а інший-EN-pin, цей pin-код скидання можна використовувати для відправки сигналу скидання від мікроконтролера для скидання модуля Bluetooth.

HC - 06 працює на послідовному зв'язку. Додаток для Android призначений для відправки послідовних даних в модуль Bluetooth Arduino при натисканні кнопки в додатку. Модуль Bluetooth Arduino на іншому кінці отримує дані і

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		39

відправляє їх в Arduino через висновок TX модуля Bluetooth(підключений до висновку rx Arduino). Код, завантажений в Arduino, перевіряє отримані дані і порівнює їх. Ви можете відкрити послідовний монітор і переглядати отримані дані під час підключення.

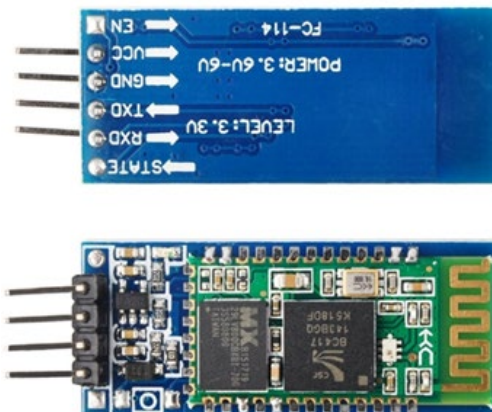


Рисунок 2.9 – Модуль Bluetooth HC-06

#### Плата розширення GPS (Рисунок 2.10)

GPS-екран з реєстратором даних складається, з модуля GPS-приймача і слота для карт microSD на борту. Модуль GPS взаємодіє з Arduino по послідовному зв'язку, в той час як карта microSD підключена до висновків SPI.

GPS-щит дозволяє реалізувати моніторинг швидкості, відстеження місця розташування та інші подібні функції, використовуючи щит GPS-реєстратора і плату Arduino UNO. Існує кілька GPS-модулів, таких як GP3906, Neo-6M, REB-4216 та інші.



Рисунок 2.10 - Плата розширення GPS

### Камера для спостереження (Рисунок 2.11)

Камера Eachine TX02 оснащена FPV відеопердавачем 5.8 GHz 40CH 200mw. Ця модель камери є надзвичайно маленькою, тому її можна встановити де завгодно, і вона не буде зміщувати центр ваги. Для даного проекту вона ідеально підходить, щоб за допомогою неї керувати роботизованим модулем.

Також, камера є досить простою у використанні, на корпусі розміщена тільки одна кнопка для перемикання каналів і діапазонів.

Для кращої передачі даних використовується антена типу - "4-листова конюшина", яка має круглу поляризацію. Слід зазначити, що якісь відео є високою, а час затримки значно менший чим в подібних пристроях.

Можна відзначити такі особливості цієї камери

- Компактні розміри
- Пам'ять налаштування каналів
- Використання антени з нікелю
- Більше 30 каналів, та сітка RaceBand
- Індикатор який відображає сітку і канал зв'язку

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата



Рисунок 2.11 – FPV Камера

### Літій полімерна батарея (Рисунок 2.12)

Майже весь робот живиться від однієї 7,4-вольтової літій-полімерної батареї, спочатку розробленої для радіокерованих автомобілів. Виняток становлять двигуни і сервоприводи, які живляться від іншого джерела. Причина цього полягає в тому, щоб уникнути нестабільності, що викликає вольтаж падіння напруги при великих навантаженнях. Коли плануєш проект, в якому мікроконтролери взаємодіють з сервоприводами, двигунами або іншими "важкими" компонентами, завжди слід пам'ятати про поділ їх джерел живлення.

Оскільки всі компоненти розраховані на 5 вольт, Ліпо-батарея підключена до універсальної схеми усунення заряду батареї. Мета цього компонента полягає в тому, щоб прийняти велику кількість напруги, а потім перетворити його в стійкий вихід на 5 вольт. Зробивши такий висновок, батарею можна безпечно використовувати, не побоюючись вигорання чутливих схем при занадто великій нарузі.

Компоненти оригінального робота живилися від стандартного 5-вольтового USB-блоку живлення. Цей блок живлення спочатку призначався для підзарядки мобільних пристроїв, але цілком адекватно виконував свою роль портативного, простого у використанні Джерела живлення .



Рисунок 2.12 – Літій-Полімерна батарея на 7.4 V

### 2.3 Використання бібліотек Arduino.

Однією з найкращих особливостей проекту Arduino є можливість додавання попередньо створених бібліотек, які забезпечують апаратну підтримку. Таких бібліотек існує дуже багато, і можна обрати необхідну, для того щоб встановити. Вони завантажуються лише тоді, коли необхідно працювати з обраним елементом, або групою елементів, без написання нового коду. Здебільшого можна просто завантажити та сховати їх для подальшого використання.

Ескізи часто залежать від бібліотек, для того щоб побачити, що вони собою представляють, потрібно подивитись у верхню частину ескізу.

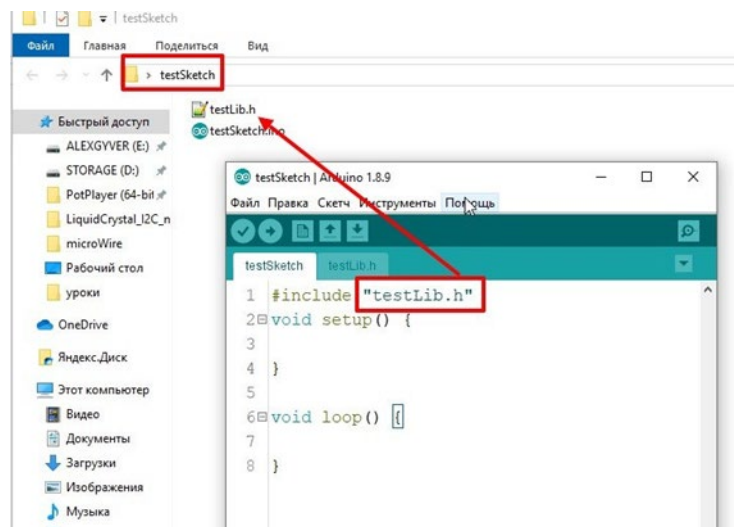


Рисунок 2.14 – Підключення бібліотеки в Arduino IDE

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

В бібліотеці знаходиться папка з деякими файлами в ній, файли будуть закінчуватися на .cpp (файл коду C++) і .h (файл заголовка c++). Також можуть бути деякі файли .o. Файли .o є скомпільованими об'єктами c++. Якщо при роботі над бібліотекою відбувається її зміна, потрібно обов'язково видалити файли .O, так як це змусить Arduino IDE перекомпілювати змінені файли .cpp в нові .o.

У Arduino v16 та попередніх версіях бібліотеки зберігалися в папці ArduinoInstallDirectory/hardware / libraries, яка також містила всі вбудовані бібліотеки (наприклад, дротові та послідовні).

У версії v17 і вище Користувальницькі бібліотеки тепер зберігаються в папці ArduinoSketchDirectory / libraries. Тому тепер , не доведеться переміщати та перевстановлювати свої бібліотеки кожного разу, коли оновлюється програмне забезпечення.

## 2.4 Висновки

В даному розділу було розглянуто основні елементи модуля, блок руху, блок управління, чутливий блок, блок бездротового зв'язку. Ці елементи забезпечать технічні завдання системи, для виконання поставлених цілей. Далі було розглянуто більш детально підбір, кількість та характеристики елементів для кожного блоку. Описані елементи та методики є найбільш відповідними та сумісними, для розробленої системи. Слід враховувати що кожна комплектуюча потребує відповідних технічних знань по експлуатації, тому перед тим як перейти до безпосередньої реалізації проекту потрібно ознайомитись з усіма аспектами, відповідних деталей, за для уникнення їх пошкодження, всі матеріали доступні на офіційних сайтах виробників. Використання бібліотек Arduino, також є значною перевагою це допомагає в розробці більш обширних систем за можливостями, та дозволяє уникнути написання відповідного програмного коду.

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		44

### 3 ПРОЕКТНА РЕАЛІЗАЦІЯ

#### 3.1 Складання роботизованого модуля

Збірка роботизованого модуля розроблена таким чином, щоб забезпечити високу гнучку мобільність, високий ступінь точності і надійності . Наприклад, рух, обертання і рівень енергоспоживання повинні працювати в гармонії для швидкого руху і адаптивних функцій. Таким чином, точні результати можуть бути досягнуті з низькими витратами .

При проектуванні системи слід враховувати три істотні характеристики :

1. Плавний рух і швидкість роботи: швидкість і рух роботи є важливими характеристиками для реалізації плавного виконання і точної роботи. У деяких середовищах як піщані або кам'янисті землі, робот повинен перекривати умови заносу і залипання коліс. Крім того, погодні умови, такі як дощ, сніг, бурі і сильний вітер виступає в якості негативних факторів. Для цього система повинна бути оснащена двигунами високої потужності і гнучким шасі з інтенсифікованого пластику для того, щоб уникнути раніше згаданих перешкод і працювати точно в вище згаданих умовах. Земля і Строби напруги струму відрегульовані для того щоб рушити основний модуль робота вперед і назад. Робот рухається з швидкістю за замовчуванням, яка коливається від 100 ШІМ (широтно-імпульсна модуляція) до 255 ШІМ. Плата моторного приводу з'єднана з двигуном постійного струму, який запрограмований на те , щоб уникати перешкод, автоматично і поступово збільшуючи швидкість системи при кожному зіткненні з перешкодами.

2. Швидкість відгуку сигналів дистанційного керування на обертання і рух: стійкість над землею повинна бути гарантована під час руху робота. Таким чином, чотири колеса мають завжди бути на зв'язку з землею. У випадку, якщо роботизований модуль рухається вперед або у зворотному напрямку кожен двигун, пов'язаний з колесом, повинен працювати одночасно з усіма іншими двигунами. При повороті вправо і вліво два з цих двигунів будуть вимкнені автоматично. В результаті швидкість відгуку збільшується на кривій, а загальна продуктивність поліпшується. Двигун постійного струму з'єднаний з блоком руху, схема підключення електродвигуна постійного струму до плати електродвигуна і

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		45

КУ разом з лініями введення/виведення живлення проілюстрована нижче. Така конструкція служить і полегшує управління рухом транспортного засобу під час обертання. Крім того, він дозволяє роботу рухатися по круговим траєкторіям.

3. Приводні двигуни і вимоги до споживання енергії: Система робота призначена для виконання інших допоміжних і додаткових функцій, таких як моніторинг і передача даних. Тому споживання енергії є проблемою; модуль повинен споживати стільки енергії скільки потрібно для керування всіма елементами системи. Вимоги до живлення як правило, повинні бути для руху на високих і низьких швидкостях, та з нормальними швидкостями руху, близькими до 2 км/ч. Робот призначений для адаптації низьких і високих швидкостей. У разі, якщо оператор має намір збільшити швидкість, напруга моторного приводу збільшується на 3 В. Максимальна напруга моторного приводу становить 12 В, а мінімальне-6 В згідно. Що стосується розподілу енергії батареї, показано, як енергія батареї розподіляється на інші компоненти системи.

Система робота, або ж роботизована композиція, побудована на акриловій пластині з розмірами 22 см в довжину, 15 см в ширину і 4 мм см в товщину. 4-колісні приводи (двигуни постійного струму) шириною 1.5 см і довжиною 5 см закріплені в нижній частині цієї пластини разом з їх пластиковим шасі. Решта компонентів розташовані поверх цієї пластини.

Збірка системи розпочинається з складання блоку руху зображено нижще (Рисунок 3.1)

- Першим кроком необхідно закріпити винт в двигуні постійного току
- Далі додаємо кронштейн до двигуна та зажимаємо гайкою
- Наступним кроком закріпимо двигун постійного струму до платформи
- Приєднуємо шасі до двигуна

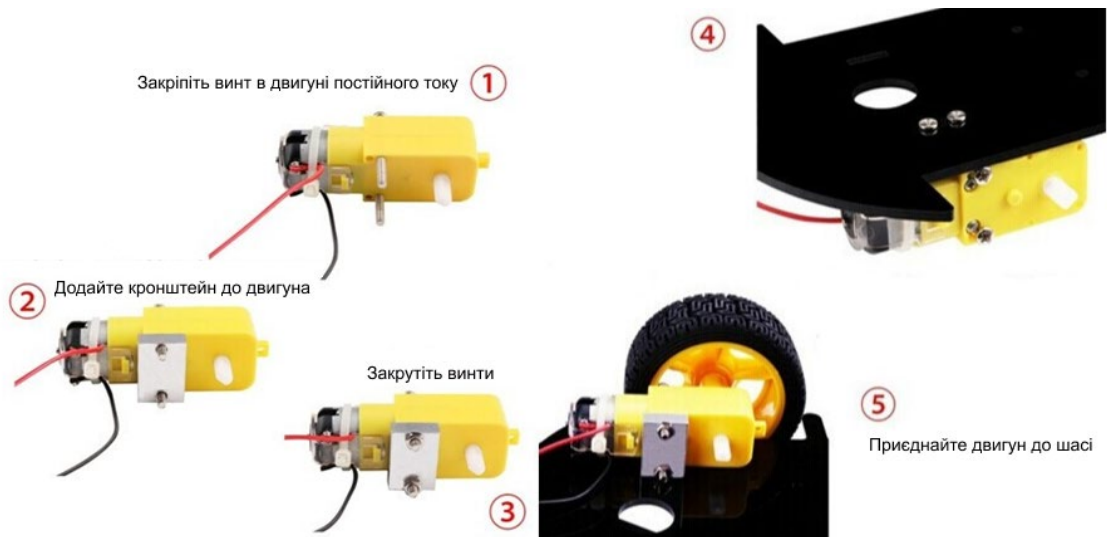


Рисунок 3.1 – Збірка двигунів і платформи

Система робота, або ж роботизована композиція, побудована на акриловій пластині з розмірами 22 см в довжину, 15 см в ширину і 4 мм см в товщину. 4-колісні приводи (двигуни постійного струму) шириною 1.5 см і довжиною 5 см закріплені в нижній частині цієї пластини разом з їх пластиковим шасі. Решта компонентів повинні розташовуватись поверх цієї пластини. Монтажна реалізація зображена нижче (Рисунок 3.2)

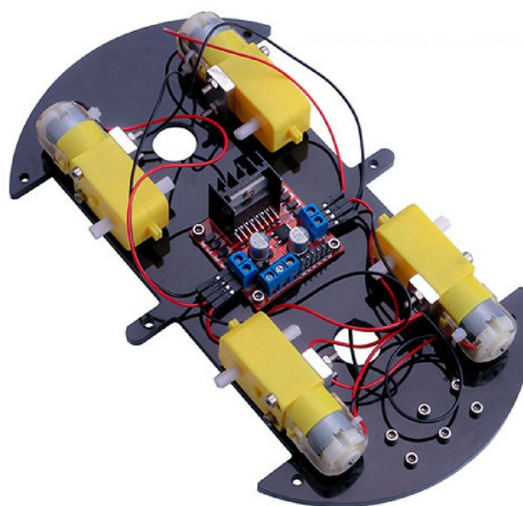


Рисунок 3.2 – Монтажна реалізація збірки блоку руху

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Для підключення до мікроконтролера Arduino драйвера двигунів L298N, використовуємо схему приведену на (Рисунок 3.3), для цього потрібно в відповідні піни підключити проводи типу папа-папа.

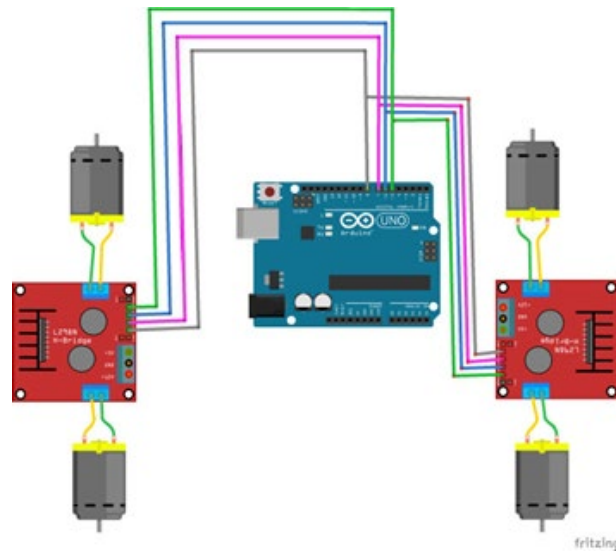


Рисунок 3.3 – Схема з'єднання між двигуном постійного струму, та платою двигуна

Зображені на (Рисунок 3.4) значення напруги ШІМ дають змогу зрозуміти не обхідний розрахунок живлення.

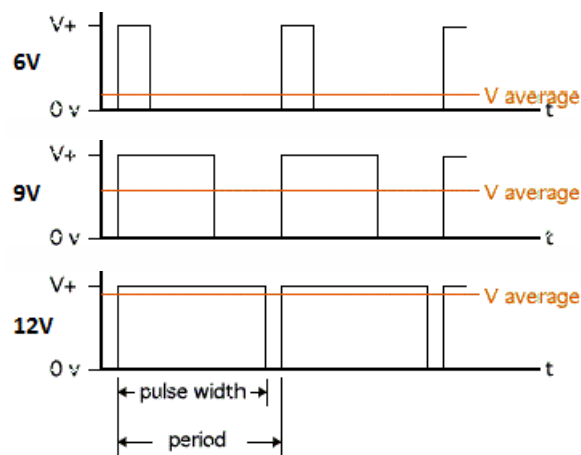


Рисунок 3.4 - ШІМ: значення напруги, адаптовані відповідно до швидкості роботизованого модуля

Набір команд, який використовується для керування рухом, обмежений: вперед, назад і поворот. Крім того, встановлюється з'єднання з камерою для передачі живого відеопотоку на екран операторського пульта. Клієнтський

додаток (пристрій на ОС Android) підключається до плати управління по бездротовій мережі Bluetooth. Для використання передачі даних між виконувачим елементом робота і керуючим пристроєм використовується послідовний порт зв'язку.

Підключення модуля Bluetooth та FPV камери зображено на (Рисунок 3.5) Піни на модулі потрібно з'єднати як показано на схемі, а камеру підключити через конденсатор на 470 uF, це дозволить запобігти пошкодженню камери від напруги.

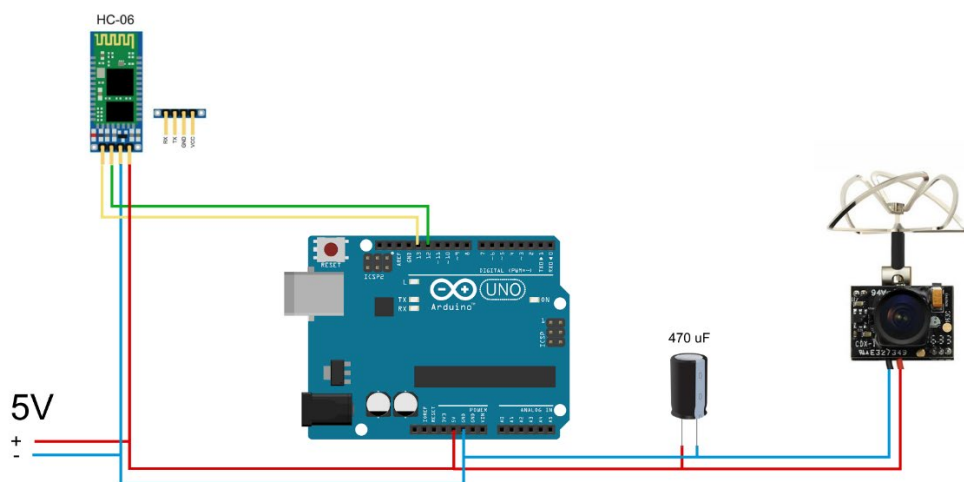


Рисунок 3.5 – Схема підключення Bluetooth та FPV камери

Що стосується датчиків, то модуль поставляється з двома типами датчиків, перший датчик називається датчиком випромінювання, а другий – лічильником Гейгера. Перший виявляє рівні ядерного випромінювання (тобто Альфа ( $\alpha$ ), бета ( $\beta$ ) і гамма ( $\gamma$ )). Останній передає значення рівня радіаційного випромінювання.

Як тільки робот починає працювати, і в разі, якщо виявлене значення випромінювання виявляється більше допустимого стандартного значення (80 відліків в хвилину (CPM) на лічильнику Гейгера), активується GPS-сервіс для визначення місця витoku випромінювання і поточного місця розташування робота. Місце розташування географічно описується значеннями координат широти і довготи. Крім того, плата GSM активується для визначення Google Map певного місця розташування і відправки SMS-повідомлення на заздалегідь

визначений номер екстреного телефону. Однак значення, яке зчитується лічильником Гейгера, може перевищувати порогове значення, згадане вище, до великих значень (класифікуються як шкідливі для людини) в залежності від відстані між модулем і джерелом витоку випромінювання . Зображена на (Рисунок 3.6) схема демонструє підключення плат розширення до мікроконтролера Arduino.

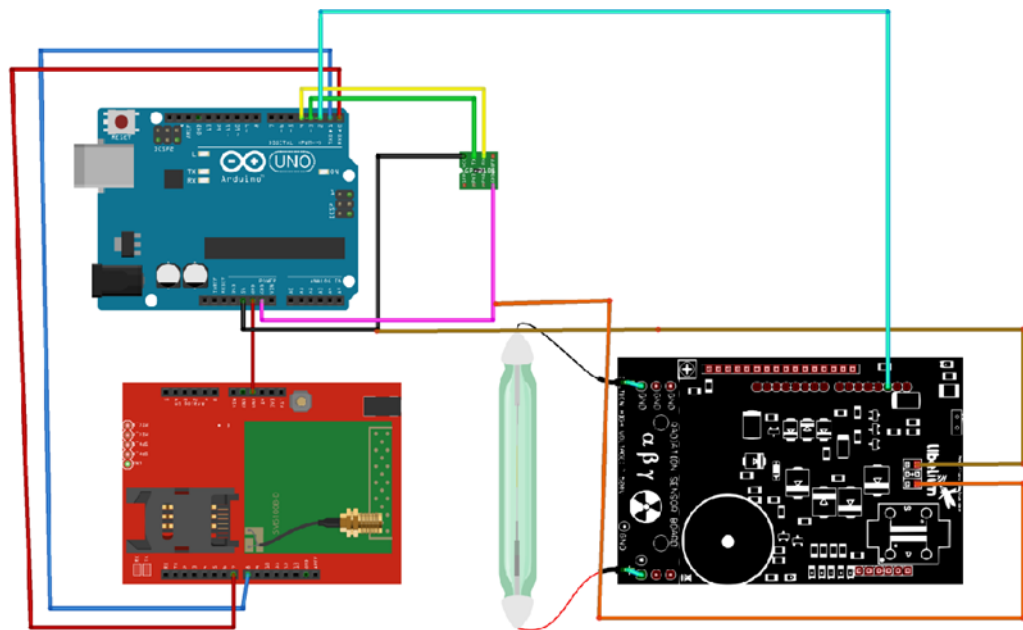


Рисунок 3.6 - Схема для підключення датчиків до плати GPS, GSM і плати Arduino.

Алгоритм роботи мікроконтролерної системи контролю радіаційного фону (Рисунок 3.7) . При запуску програмного забезпечення мікроконтролера (пз) він виконує свою початкову настройку і ініціалізацію параметрів дозиметра-радіометра, послідовного інтерфейсу і/портів введення-виводу плати Arduino Uno.

Наступний крок про систему стримувань в батареї напругою живлення. Якщо напруга нормально перевірена на аноді напруги через трубки, на СБМ-20 лічильник Гейгера-Мюллера в таймераі дає дію почати. В системі зараховується кількість імпульсів за 1 хв. Потім, в системи процесів на результати вимірювань і виводить їх на дисплей через послідовний інтерфейс на ПК. Система виводить

значення потужності радіоактивного випромінювання в  $\mu\text{мкЗв} / \text{год}$  і кількість імпульсів в хвилину.

Кожну хвилину таймер скидається і перезапускається для наступного вимірювання. При перевищенні допустимої потужності випромінювання система, що має звукову сигналізацію, включає сигнальний світлодіод. При "Start/першому натисканні кнопки" Пуск / Стоп " система переходить в режим дозиметра. У режимі дозиметра починає вимірювати отриману дозу опромінення. Тоді за допомогою GSM модулю передаються значення дози опромінення. При повторному натисканні кнопки "Пуск / Стоп" режим дозиметра відключається, і система повертається в режим радіометра.

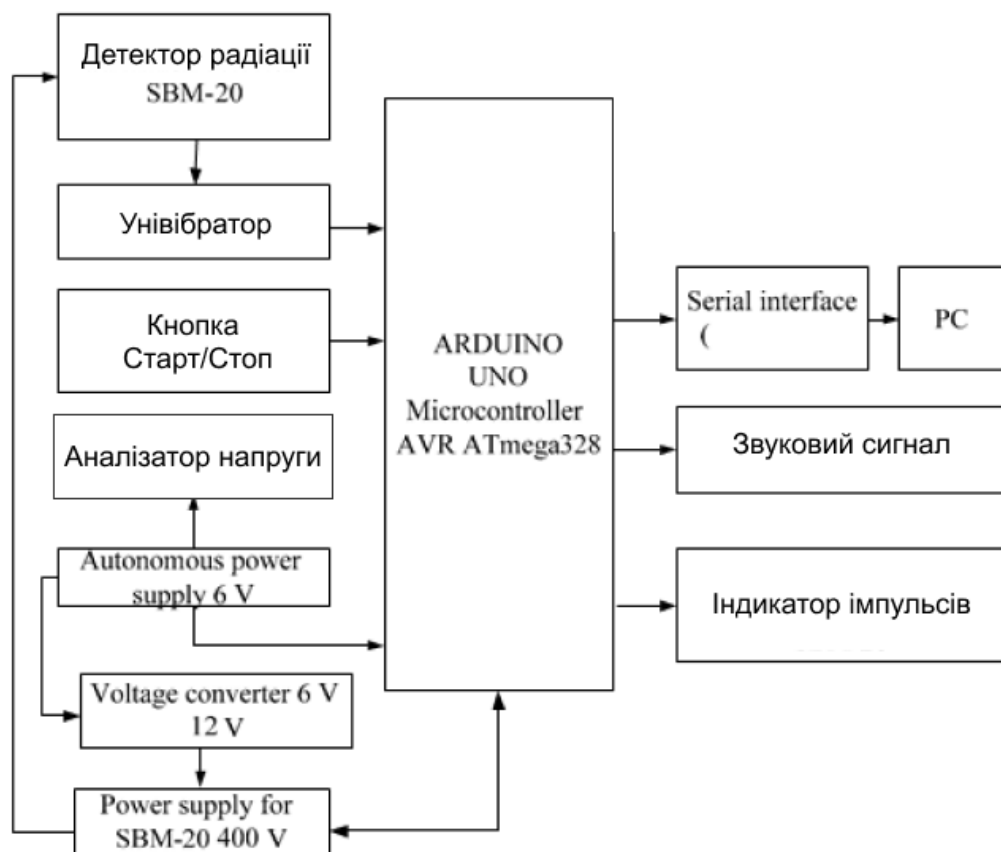


Рисунок 3.7 - Структурна схема мікроконтролерного радіаційного моніторингу, побудованого на платі Arduino UNO

Приведена схема (Рисунок 3.8) відображає алгоритм роботи мікроконтролерної системи контролю радіаційного фону, на схемі ми можемо бачити основний принцип роботи, та аналізу, пристрою в радіаційному середовищі.

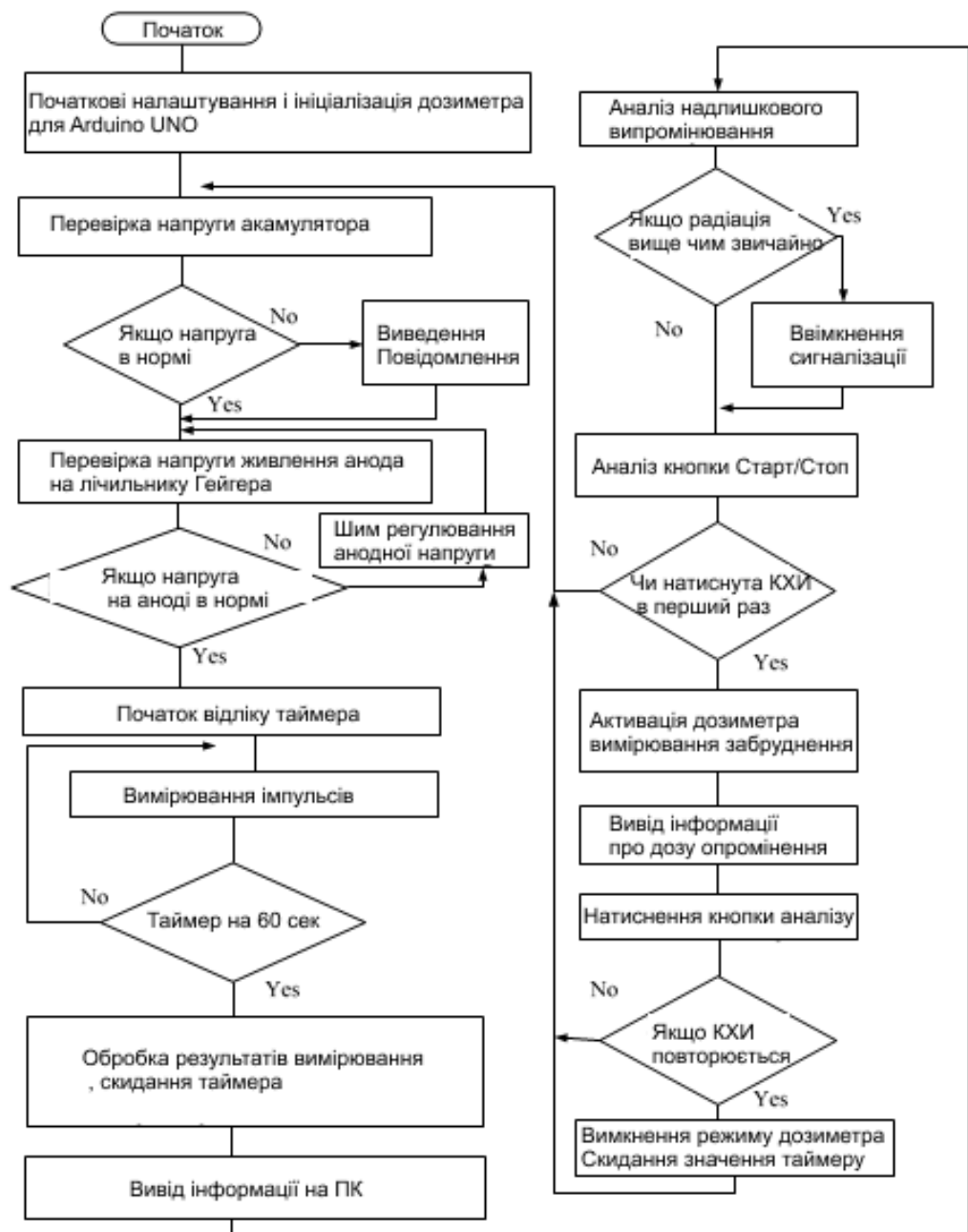


Рисунок 3.8 - Алгоритм роботи мікроконтролерної системи контролю радіаційного фону

Точність вимірювання залежить від ряду налаштувань компонентів проектованої системи. Зокрема, на рис Далі представлена структурна схема алгоритму налаштування анодної напруги лічильника Гейгера-Мюллера (Рисунок 3.9), що є одним з основних компонентів системи.

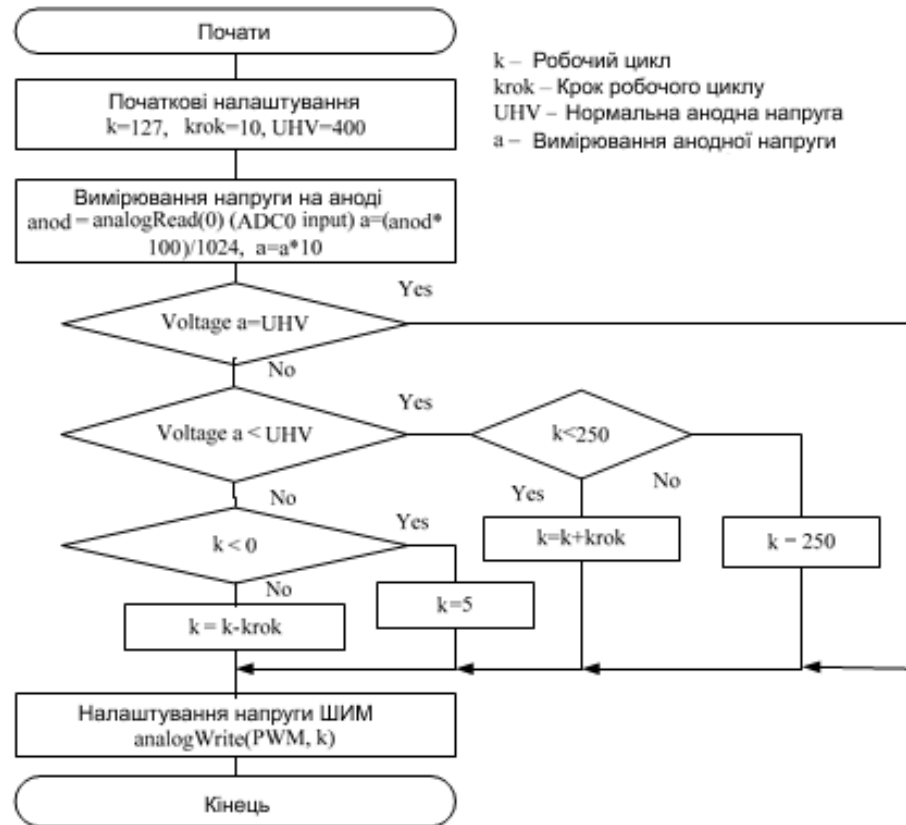


Рисунок 3.9 - Алгоритм регулювання анодної напруги лічильника Гейгера-Мюллера .

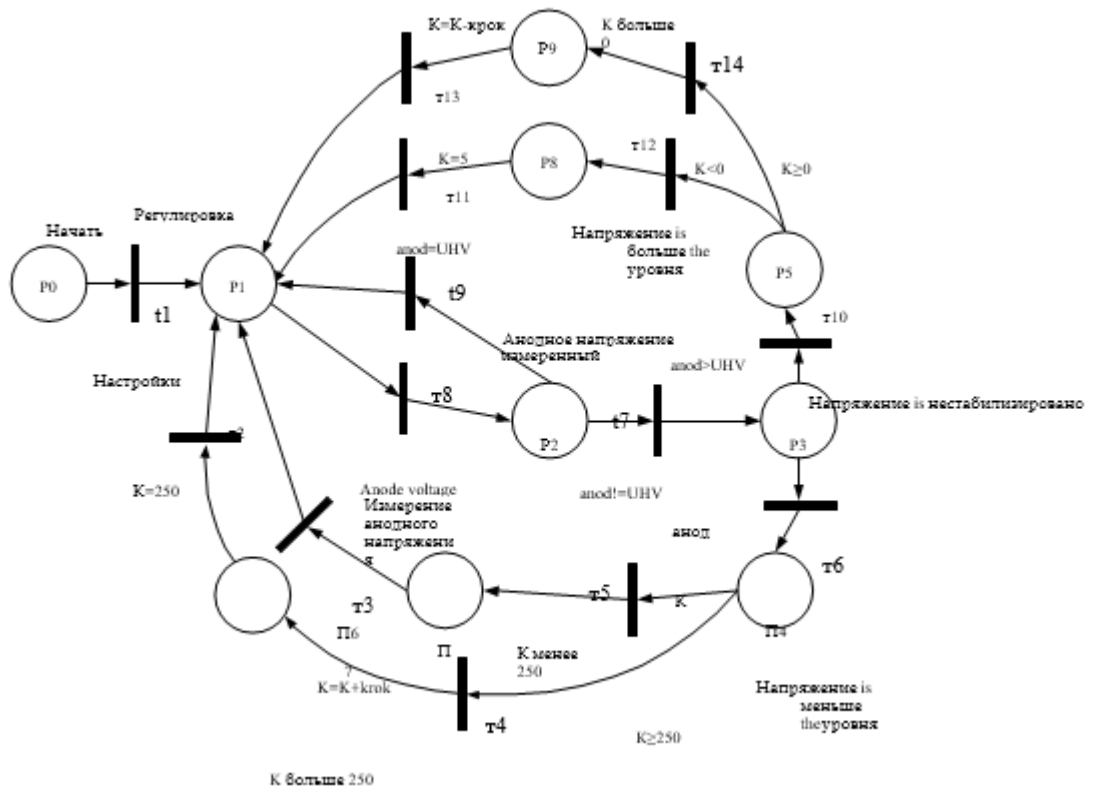


Рисунок 3.10 - Схематичний вигляд моделі на основі мереж Петрі для дослідження динаміки процесу регулювання анодної напруги лічильника Гейгера-Мюллера .

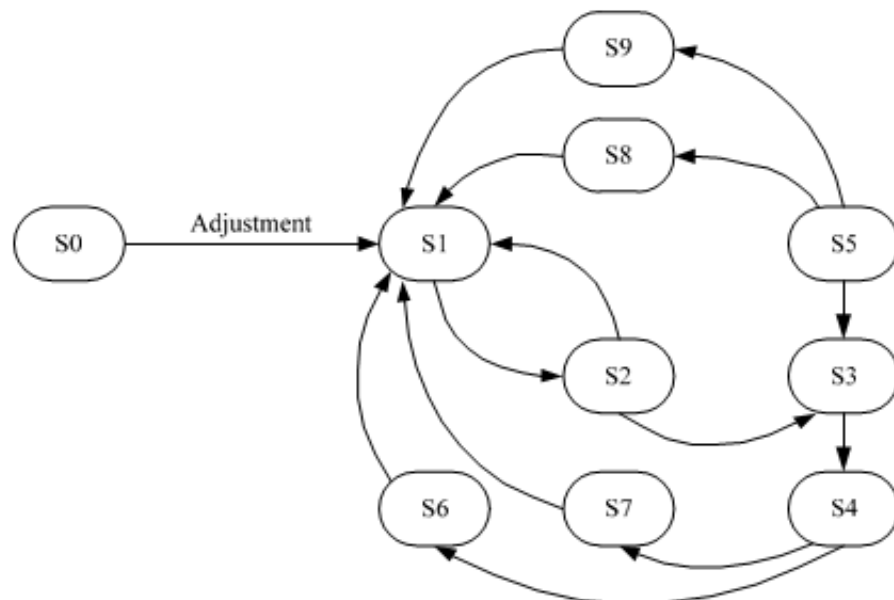


Рисунок 3.11 - . Графік досяжності станів для дослідження динаміки процесу налаштування анодної напруги лічильника Гейгера-Мюллера .

### 3.2 Вбудована програма Arduino

По суті, вся вбудована програма, що працює на Arduino, - це просто великий кінцевий автомат. Дві основні завдання вбудованої програми- це робота з лічильником Гейгера, а також зчитування даних з модуля Bluetooth і відповідна обробка цих даних .

Як згадувалося раніше, всі програми Arduino складаються з функції налаштування, яка запускається один раз, і основного циклу, який запускається нескінченно після налаштування. У цій конкретній програмі функція налаштування керує ініціалізацією різних компонентів, які разом складають роботу. Наприклад, він запускає послідовне з'єднання з лічильником Гейгера, GPS модулем і модулем Bluetooth, встановлює правильну налаштування різних компонентів і направляє двигуни в правильне вихідне положення, щоб робот наприклад міг повернутись обличчям вперед.

Основний цикл перевіряє і зчитує байти в послідовному буфері модуля Bluetooth . Він також керує елементом для вимірювання радіаційного забруднення. Кількість часу, протягом якого повинно відбуватись замірювання. Розраховується також команди отримані з модуля Bluetooth .

Так як Arduino немає нічого схожого на операційну систему, у нього є концепція, схожа на потоки. Через це ми використовуємо систему таймера, де на кожній ітерації отримуємо поточний час з моменту запуску мікроконтролера з функцією Millis стандартної бібліотеки Arduino. Потім для кожного окремого таймера ми обчислюємо час, що минув з моменту останньої дії. Якщо цей час досягає певного порогу, ми виконуємо дію і скидаємо таймер. По суті , це дозволяє нам імітувати в Arduino, що виконує кілька дій кожні X мілісекунд.

Загалом, у робота є три можливих стану. Ці стани-руху, вимірювання і спокою. За винятком NOTHING-state, ці стани безпосередньо відповідають за різних види команд від Android application, які може відправляти - додаток. Стан

спокою не означає, що програма в даний момент простоює і чекає подальших команд від Android-Додатка.

Якщо робот знаходиться в моторному стані, це означає, що наступні дані, які він отримає, будуть вказувати різні швидкості і стану, в яких він повинен переміщати свої колеса і сервоприводи. Аналогічно, якщо робот знаходиться в стані вимірювання, це означає, що всі вхідні дані повинні бути передані на ПК після того як закінчиться робота таймера, що відповідає за вимірювання радіаційного фону. Дані отримані комп'ютером повинні отримуватись через GPS/GSM плату.

### 3.3 Зв'язок між додатком Android і роботом

Кожна команда, відправлена на мікроконтролер, відправляється і зчитується у вигляді масивів байтів, як було описано в попередньому розділі. Для всіх намірів і цілей в контексті цього додатка а байт можна розглядати як числове значення між 0 і 255.

Однак, оскільки байти в мові Java призначені для того, щоб бути від -128 до 127, а байти в C++ від 0 до 255, було виявлено, що вони не можуть бути передані безпосередньо. Щоб подолати цю проблему, значення , що надсилаються з програми Android, становлять від 0 до 127. Вони помножуються на 2 на стороні Arduino, щоб отримати правильні значення. і роботом

### 3.4 Команди управління моторами

Нижче наведено приклад відправки простої команди переміщення. Квадратні дужки представляють осередки і масиву, а внутрішнє число - їх значення: [[123], [70], [64], [66], [127], [1]]

Перше число-це простий роздільник, який дозволяє мікроконтролеру знати, що наступні п'ять символів повинні інтерпретуватися як команда руху, а не як щонебудь інше. На відміну від інших команд, немає необхідності в кінцевому

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		56

роздільнику, так як сам Мікроконтролер знає, що довжина команди робота становить всього шість байт.

Наступний байт вказує напрямок, в якому повинен рухатися самий лівий двигун. Цей байт відповідає або символу ASCII F для прямого, зворотного або (82) для звільнення, що означає, що колесо повинно залишатися на місці. Третій байт-це швидкість, яку повинен розвивати самий лівий двигун, від 0 до 127. У цьому прикладі лівому двигуну наказано обернутися вперед на половині своєї максимальної швидкості.

Четверте і п'яте числа слідує тій же логіці, що і останні два, за винятком того, що вони для правого двигуна. У цьому випадку дві цифри говорять двигуну почати рух назад на повній швидкості.

Останній символ пов'язаний з позиціонуванням двох сервоприводів. Це число від 0 до 9, яке вказує двом сервоприводів, в якому напрямку вони повинні рухатися. Цей рух відбувається щодо їх поточного положення. Можна уявити їх як вісім сторін світу плюс ап додаткове значення, яке означає, що обидва сервоприводу повинні просто залишатися нерухомим.

### 3.5 Додаток для Android

Після планування та розробки кінцеве мобільне додаток, що буде використовуватися для керування самим роботом, має досить простим за своєю функціональністю.

Сам додаток складається всього з двох основних видів діяльності. У всіх сенсах і цілях в контексті програмування Android можна думати про діяльність як про різних "екрани", що складають цілий мобільний додаток. Кожна дія має окремий файл макета на основі XML і свій власний пов'язаний файл Java , який містить всю логіку і код, пов'язані з розглянутим дією .

Коли користувач запускає додаток, його спочатку зустрічає екран налаштувань. Після того як користувач з'єднав свій телефон з модулем Bluetooth робота, він може перейти до водіння автомобіля. Тут можна керувати роботом за допомогою інтерфейсу джойстика.

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		57

## Здатність роботи на планшетних пристроях

Одна з цілей нової версії Програми для Андроїд полягала в тому, щоб його можна було використовувати на планшетах Андроїд. Розробка на планшетних пристроях дуже схожа на розробку на мобільних телефонах. Єдиним серйозним винятком є загальна відсутність функцій, дуже характерних для мобільних телефонів, таких як телефонний дзвінок або відправка СМС. Більш важливим для цього проекту, зокрема, є той факт, що Планшети часто мають набагато більші екрани. Замість звичайних пікселів, в контексті Програмування на Android, розмір екрану частіше представлений в незалежних від щільності пікселях, або ДП для стислості. Один ДП офіційно був визначений як еквівалент одного фізичного пікселя на 160 на екрані з роздільною здатністю 160 точок на дюйм. (Android.com).

Щоб допомогти розробникам забезпечити послідовний і приємний користувальницький досвід незалежно від розміру їх пристрою, Android пропонує безліч способів. Для максимального контролю ви можете надати окремі файли макета для різних розмірів екрану. На практиці потрібно просто створити нову підпапку в папці ресурсів свого проекту андроїда і назвати її відповідним чином. Наприклад, якщо ви хочете спеціально орієнтуватися на великі планшетні пристрої, вони можуть створити папку під назвою "макет-планшета" і помістити туди свої файли макета певного розміру файли.

У невеликих додатках, таких як це, надання різних файлів макета для різних пристроїв насправді не є необхідним. При ретельному плануванні і стилізації елементів можна створювати макети, які добре працюють як на мобільних, так і на планшетних пристроях. Крім використання вищезгаданих незалежних від щільності пікселів для вказівки ширини і висоти графічних елементів, Android API також пропонує способи визначення розміру щодо елемент батьківського контейнера елемента. Для наприкладу ширина з двох кнопок написи "знайти пристрої" і " Вперед!" визначаються значенням "fill\_parent". Це призводить до того, що кнопки стають настільки ж широкими, як і їх батьківський елемент, який в даному випадку є самою активністю . Через це кнопки виглядають абсолютно однаково незалежно від розміру екрану.

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		58

## Програмування додатку

Основна функціональність коду, що лежить в основі дії налаштувань, полягає в тому, щоб просто тримати вкладки з різними типами вхідних полів, які використовуються для налаштування іншої частини програми. Ці налаштування зберігаються і завантажуються з SharedPreferences Android, що є простим способом то зберігання значень in між application сеансами програми.

Іншою основною функціональністю цієї конкретної діяльності, яка заслуговує на згадку, є сполучення Bluetooth пристроїв, яке обробляється в цьому поданні. користувач може натиснути кнопку, щоб ініціювати пошук нових, невідомих пристроїв. Якщо вони знайдені, вони додаються до кінця списку. Натискання на елемент у списку ініціює сполучення з пристроєм Bluetooth. Потім пристрій Bluetooth з'єднується з телефоном, і вихідний потік передається в BluetoothStreamManager, і користувач може перейти до потокової активності.

Робота BluetoothStreamManager полягає в забезпеченні правильної передачі даних роботу. Він пропонує простий інтерфейс для спільних дій, пов'язаних з Bluetooth, таких як підключення до пристрою, отримання міцності і стану з'єднання Bluetooth і передача даних. Інші дії програми можуть потім використовувати цей клас для відправки команд на Arduino, які потім захоплюються на виході пристрою.

BluetoothGattService-це клас, який представляє службу GATT. GATT-це аббревіатура, що позначає профіль універсального атрибута. Служба Bluetooth Gatt містить один або кілька зумовлених форматів даних, які називаються характеристиками. Кожна служба ідентифікується унікальним ідентифікатором, званим UUID. У цьому випадку ми просто хочемо записати дані в модуль Bluetooth LE, тому ми отримуємо відповідну характеристику за зумовленим UUID, встановлюємо її корисне навантаження в байтах для відправки, а потім записуємо характеристику в модуль Bluetooth .

Був сторений досить великий список офіційних стандартизованих послуг Bluetooth онлайн, від відстеження артеріального тиску до складу тіла. Ці характеристики можна знайти на офіційному порталі розробників Bluetooth. Важливо відзначити, що така специфікація не існує для серійного UART з будь-

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		59

якої причини. Існує написаний власний неофіційний користувальницький сервер UART GATT, який працює на Arduino і може використовуватися для простого послідовного зв'язку.

BluetoothStreamManager також містить посилання на поточну активність, тому він може відображати діалогове вікно помилки, якщо він втрачає з'єднання з модулем Bluetooth. Це діалогове вікно пропонує the користувачеві повернутися до дії Налаштування і спробувати відновити пристрої.

В даному додатку окремий потік буде передавати а потім записувати дані з черги в вихідний потік. Вся ця система черг може бути досить перевантажена для цього конкретного випадку використання, так як насправді між різними діями передавалося не так багато даних.

Як видно на зображенні нижче більша частина активності припадає на відеопотік. Внизу розташований елемент управління роботом, а в верхній частині ми бачимо кнопку налаштувань. Чим далі від центру джойстика ви можете потягнути, тим швидше буде рухатися робот.

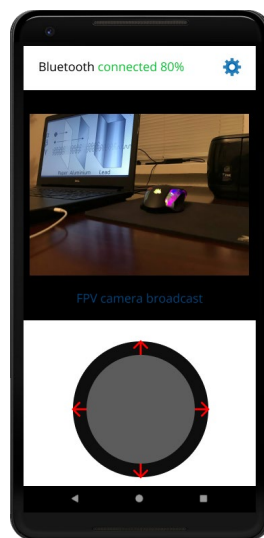


Рисунок 3.12 – Макет програмного додатку для Android

Є також простий індикатор зєднання в лівому верхньому кутку для міцності з'єднання Bluetooth. Рівень сигналу надходить від модуля у вигляді RSSI (received signal strength indicator), який потім обчислюється і відображається користувачеві у вигляді більш інтуїтивного процентного значення.

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		60

Найбільш важливим завданням логіки, що лежить в основі активності каналу, є відправка даних в Arduino кожні X мілісекунд, де x-значення швидкості оновлення, вказане на екрані налаштувань. Дані передаються у вигляді масиву байтів, причому потім інтерпретуються з боку вбудованої програми. Більшу частину часу цей байтовий масив містить значення, які говорять роботіві, що він повинен робити з точки зору руху. Джойстик на екрані використовують для отримання користувальницького введення, з якого потім обчислюються значення руху для двигунів.

Кнопка налаштувань, яка відкриває діалогове вікно, в якому користувач може. Обрати потрібні налаштування. Вона також містить реалізацію класу AsyncTask, який використовується для асинхронного завантаження відеопотоку з веб-камери, сервера, за умови, що користувач раніше включив цю конкретну функцію в дії налаштування.

Компонента джойстика в нижній частині екрана має функцію, оновлення руху у вигляді джойстика, і ви можете вибрати кут, потужність і напрямок керуючи ним. Цей конкретний компонент спочатку розроблений, з деякими модифікаціями, зробленими, щоб забезпечити найкращу підгонку під проект. Ці зміни в основному пов'язані зі швидкістю оновлення подій джойстика.

### Висновки до розділу 3

В даному розділі була представлена розробка модуля для використання в області громадської безпеки, та знаходження витоків радіації на певних об'єктах. Розроблено програмний додаток, що дозволяє оператору легко керувати модулем. Завдяки дружньому інтерфейсу, розробленому для програми, може реалізувати взаємодію людини і машини через FPV-камеру і передові датчики. Система показує свою здатність уникати і підніматися на перешкоди під час руху. Як тільки виявляє радіаційний витік, активується звуковий сигнал і попереджувальне повідомлення. Останнє включає в себе інформацію про положення витоків. Задовольняє двом поведінковим властивостям: корисності та надійності.

					КвРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Коли справа доходить до творчих проектів, іноді буває важко передбачити якість і характер кінцевого результату. Початкові вимоги, як функціональні, так і нефункціональні, були дещо складними для цього проекту; однак, враховуючи всі обставини, кінцевим результатом цієї дипломної роботи є виконання початкового завдання. Розробка самого додатка і вбудованого коду дали змогу розібратись в деяких аспектах як програмування так і конструювання. Тако ж за темою проекту слід зауважити що було опрацьовано великий об'єм інформації стосовно пристроїв і засобів радіаційного вимірювання. Багато в чому це було пов'язано з тим, що більша частина роботи на стадії планування, уже була знайомою.

Найбільш значні труднощі виникли з використанням Bluetooth на стороні Android і розробка самого додатку, оскільки, не було достатньо досвіду для роботи в екосистемі Android. Це призвело до того, що потрібно було переглянути велику кількість документації, прикладів і тому подібного. Однак, врешті-решт, це не було великою проблемою.

Використання Bluetooth для зв'язку між додатком і роботом було цікавим досвідом. Однак Bluetooth в основному призначений для пристроїв які вимагають передачу даних на хост-пристрій відносно рідко, що не відноситься до даного конкретного проекту, оскільки він повинен передавати дані кожні 200 мілісекунд або близько того, щоб підтримувати прийнятну затримку з точки зору користувача. Крім того, як впливає з назви "Low Energy", Bluetooth призначений для вбудованих пристроїв з досить обмежувальними вимогами до живлення, таких як серцеві трекери та інші носяться технології. Споживана потужність модуля насправді не є проблемою в цьому випадку, так як різниця між Bluetooth Classic і Bluetooth все ще вимірюється десятками міліампер, які насправді не мають помітної різниці, наприклад, в порівнянні зі світлодіодами. Існує також питання вартості і простоти реалізації, так як модулі Bluetooth Classic можна придбати досить дешево в Інтернеті, і існує безліч документації по їх використанню.

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		62

У майбутньому цікавим експериментом буде спроба повністю використовувати метод зв'язку, заснований на Wi-Fi, повністю відмовившись від Bluetooth. Використавши Rasberi PI може запускати веб-сервіс, який міг взаємодіяти з додатком Android. Потім він буде підключений до Arduino, і він зможе передавати байти на Arduino через UART. Це може збільшити дальність дії робота на кілька десятків метрів або близько того. Важко сказати, як це може вплинути на затримку при використанні рішення на основі HTTP, але, як обгрунтоване припущення, управління роботом через Wi-Fi може викликати деякі накладні витрати і , отже, збільшити затримку.

Загалом, я вважають цей проект і його кінцевий результат безсумнівним успіхом. Роботизована система виглядає візуально добре, в її коді мало помилок і більше можливостей. Сподіваюся, цей робот принесе радість людям, які захочуть його сконструювати і випробувати, і нехай він надихне інших на те, щоб зайнятися електронікою і програмуванням на довгі роки вперед.

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		63

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Спектрометр: види, устройство, описание URL: <https://www.iskroline.ru/analysis/terminy/spektrometr/>. (дата звернення: 15.04.2021).
2. Дозиметры, краткое описание, принцип действия, основные виды - ЗАО Промприбор URL: <http://pp66.ru/katalog/kontrolya/dozimetry/>. (дата звернення: 15.04.2021).
3. Дозиметр на Arduino своими руками [Электронный ресурс] – URL: <https://usamodelkina.ru/11527-prostoj-dozimetr-na-arduino-nano-svoimi-rukami.html>. (дата звернення: 15.04.2021).
4. Справочник по радиоэлектронике - Спектрометрический усилитель URL: <http://texnlit.ru/guide/17/103.html>. (дата звернення: 15.04.2021).
5. Принцип работы спектрометра URL: <https://www.czl.ru/tgroups/the-principle-of-the-spectrometer/>. (дата звернення: 16.04.2021).
6. Реферат – Освіта.UA Прилади дозиметричного контролю: принципи роботи та види URL: <https://ru.osvita.ua/vnz/reports/dpju/24973/>. (дата звернення: 18.04.2021).
7. Применение приборов радиационной и химической разведки URL: <http://www.kamrayon.ru/about/departments/goichs/information/6.php>. (дата звернення: 20.04.2021).
8. Разработка дистанционно управляемой мобильной разведывательной роботизированной платформы для спецподразделений URL: <https://docplayer.ru/49736942-Razrabotka-distancionno-upravlyaemoy-mobilnoy-razvedyvatelnoy-robotizirovannoy-platformy-dlya-sпецpodrazdeleniy.html>. (дата звернення: 01.05.2021).
9. Coursera Дистанционные системы управления роботами - Модуль 5 Coursera URL: <https://ru.coursera.org/lecture/innovations-in-industry-robotics/7-2-distantionnyie-sistemy-upravleniia-robotami-A0ZPN>. (дата звернення: 02.05.2021).

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		64

10. Дистанционно управляемый мобильный робот общего назначения (ДУМРОН) URL: <http://profil.mos.ru/inj/proekty/distantcionno-upravlyaemyj-mobilnyj-robot-obshchego-naznacheniya-dumron.html>. (дата звернення: 05.05.2021).

11. Атомная энергия 2.0 Робот радиационной разведки URL: <https://www.atomic-energy.ru/technology/21887>. (дата звернення: 05.05.2021).

12. Робототехника в образовании - Исследовательский проект «Робот радиационной разведки» URL: <https://xn----8sbhby8arey.xn--p1ai/osnovnoe-i-starshee-obshchee-obrazovanie/na-urokakh-informatiki/1610-issledovatel'skij-proekt-robot-radiatsionnoj-razvedki>. (дата звернення: 15.05.2021).

13. Autonomous Exploration and Radiation Mapping with Mobile Robots – RAIN – Robotics and AI in Nuclear Research Hub URL: <https://rainhub.org.uk/autonomous-exploration-and-radiation-mapping-with-mobile-robots/>. (дата звернення: 20.05.2021).

14. Arduino UNO R3 URL: <https://www.hobbytronics.co.uk/arduino-uno-r3>. (дата звернення: 25.05.2021).

15. ATmega328P Microcontroller Pinout, Pin Configuration, Features & Datasheet URL: <https://components101.com/microcontrollers/atmega328p-pinout-features-datasheet>. (дата звернення: 25.05.2021).

16. L298N Motor Driver Pin Diagram, Working, Datasheet & Arduino Connection URL: <https://www.etechnophiles.com/l298n-motor-driver-pin-diagram/>. (дата звернення: 25.05.2021).

					КВРКІ.170293.17.02.22 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		65

**Додаток А**  
(обов'язковий)

Лістинг програмного коду для мікроконтролера Arduino

```
/*===== Налаштування =====*/

#define MOTOR_MAX 255

#define JOY_MAX 40

#define minDuty 0

#define RIGHT_MOTOR_DIRECTION NORMAL

#define LEFT_MOTOR_DIRECTION NORMAL

#define RIGHT_MOTOR_MODE HIGH

#define LEFT_MOTOR_MODE HIGH

/*===== Піни =====*/

#define RIGHT_MOTOR_D 10

#define RIGHT_MOTOR_PWM 11

#define LEFT_MOTOR_D 2

#define LEFT_MOTOR_PWM 3

#define BT_TX 13

#define BT_RX 12

#include "GyverMotor.h"

GMotor motorR(DRIVER2WIRE, RIGHT_MOTOR_D, RIGHT_MOTOR_PWM,
RIGHT_MOTOR_MODE);
```

```
GMotor motorL(DRIVER2WIRE, LEFT_MOTOR_D, LEFT_MOTOR_PWM,  
LEFT_MOTOR_MODE);
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
SoftwareSerial BTserial(BT_TX, BT_RX);
```

```
boolean doneParsing, startParsing;
```

```
int dataX, dataY;
```

```
String string_convert;
```

```
void setup() {
```

```
  #if (LEFT_MOTOR_PWM == 3 || LEFT_MOTOR_PWM == 11 ||  
RIGHT_MOTOR_PWM == 3 || RIGHT_MOTOR_PWM == 11)
```

```
    TCCR2B = 0b00000001;
```

```
    TCCR2A = 0b00000011;
```

```
  #elif (LEFT_MOTOR_PWM == 9 || LEFT_MOTOR_PWM == 10 ||  
RIGHT_MOTOR_PWM == 9 || RIGHT_MOTOR_PWM == 10)
```

```
    TCCR1A = 0b00000001;
```

```
    TCCR1B = 0b00001001;
```

```
  #endif
```

```
  BTserial.begin(9600);
```

```
  motorR.setMode(AUTO);
```

```

motorL.setMode(AUTO);

motorR.setMinDuty(minDuty);

motorL.setMinDuty(minDuty);

motorR.setDirection(RIGHT_MOTOR_DIRECTION);

motorL.setDirection(LEFT_MOTOR_DIRECTION);

}

void loop() {

  parsing();

  if (doneParsing) {

    doneParsing = false;

    int joystickX = map((dataX), -JOY_MAX, JOY_MAX, -MOTOR_MAX / 2,
MOTOR_MAX / 2);

    int joystickY = map((dataY), -JOY_MAX, JOY_MAX, -MOTOR_MAX,
MOTOR_MAX);

    int dutyR = joystickY + joystickX;

    int dutyL = joystickY - joystickX;

    dutyR = constrain(dutyR, -MOTOR_MAX, MOTOR_MAX);

    dutyL = constrain(dutyL, -MOTOR_MAX, MOTOR_MAX);

```

```

    motorR.smoothTick(dutyR);

    motorL.smoothTick(dutyL);

}

}

void parsing() {

    if (BTserial.available() > 0) {

        char incomingChar = BTserial.read();

        if (startParsing) {

            if (incomingChar == 'x') {

                dataX = string_convert.toInt();

                string_convert = "";

            }

            else if (incomingChar == ';') {

                dataY = string_convert.toInt();

                string_convert = "";

                startParsing = false;

                doneParsing = true;

            } else {

                string_convert += incomingChar;

            }

        }

    }

}

```

```
if (incomingChar == '$') {  
    startParsing = true;  
}  
  
}  
  
}
```

**Додаток Б**  
(обов'язковий)

Лістинг програмного коду бібліотеки motor\_control

```
#define DEADZONE 60

#define IN1 2

#define IN2 3

#define POT 0

#include "GyverMotor.h"

GMotor motor1(IN1, IN2);

int left_min = 512 - DEADZONE;

int right_min = 512 + DEADZONE;

void setup() {

}

void loop() {

    int potent = analogRead(POT);

    if (potent > left_min && potent < right_min) {
```

```
    motor1.setMode(STOP);  
  } else if (potent > right_min) {  
    motor1.setMode(FORWARD);  
    byte duty = map(potent, right_min, 1023, 0, 255);  
    motor1.setSpeed(duty);  
  } else if (potent < left_min) {  
    motor1.setMode(BACKWARD);  
    byte duty = map(potent, left_min, 0, 0, 255);  
    motor1.setSpeed(duty);  
  }  
  
}
```

**Додаток В**  
(обов'язковий)

Лістинг програмного коду для плати розширення Лічильника Гейгера

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <Wire.h>

unsigned long counts; //variable for GM Tube events

unsigned long previousMillis; //variable for measuring time

float averageCPM;

float sdCPM;

int currentCPM;

float calcCPM;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

float CPMArray[100];

#define LOG_PERIOD 30000 // count rate (in milliseconds)

void setup() { //setup

  counts = 0;

  currentCPM = 0;

  averageCPM = 0;

  sdCPM = 0;
```

```

calcCPM = 0;

lcd.init();

lcd.backlight();

Serial.begin(9600);

pinMode(2, INPUT);

attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2), impulse, FALLING); //define external
interrupts
}

void loop() { //main cycle

  lcd.setCursor(0,2);

  lcd.print("CPM Count: ");

  lcd.print(counts);

  unsigned long currentMillis = millis();

  if (currentMillis - previousMillis > LOG_PERIOD) {

    previousMillis = currentMillis;

    CPMArray[currentCPM] = counts * 2;

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0);

    lcd.print("uSv/hr: ");

    lcd.print(outputSieverts(CPMArray[currentCPM]));

    counts = 0;

    averageCPM = 0;

```

```

sdCPM = 0;

//calc avg and sd
for (int x=0;x<currentCPM+1;x++) {
    averageCPM = averageCPM + CPMArray[x];
}
averageCPM = averageCPM / (currentCPM + 1);
for (int x=0;x<currentCPM+1;x++) {
    sdCPM = sdCPM + sq(CPMArray[x] - averageCPM);
}
sdCPM = sqrt(sdCPM / currentCPM) / sqrt(currentCPM+1);

Serial.println("Avg: " + String(averageCPM) + " +/- " + String(sdCPM) + "
ArrayVal: " + String(CPMArray[currentCPM]));

currentCPM = currentCPM + 1;

displayAverageCPM();
}
}

void impulse() {
    counts++;
}

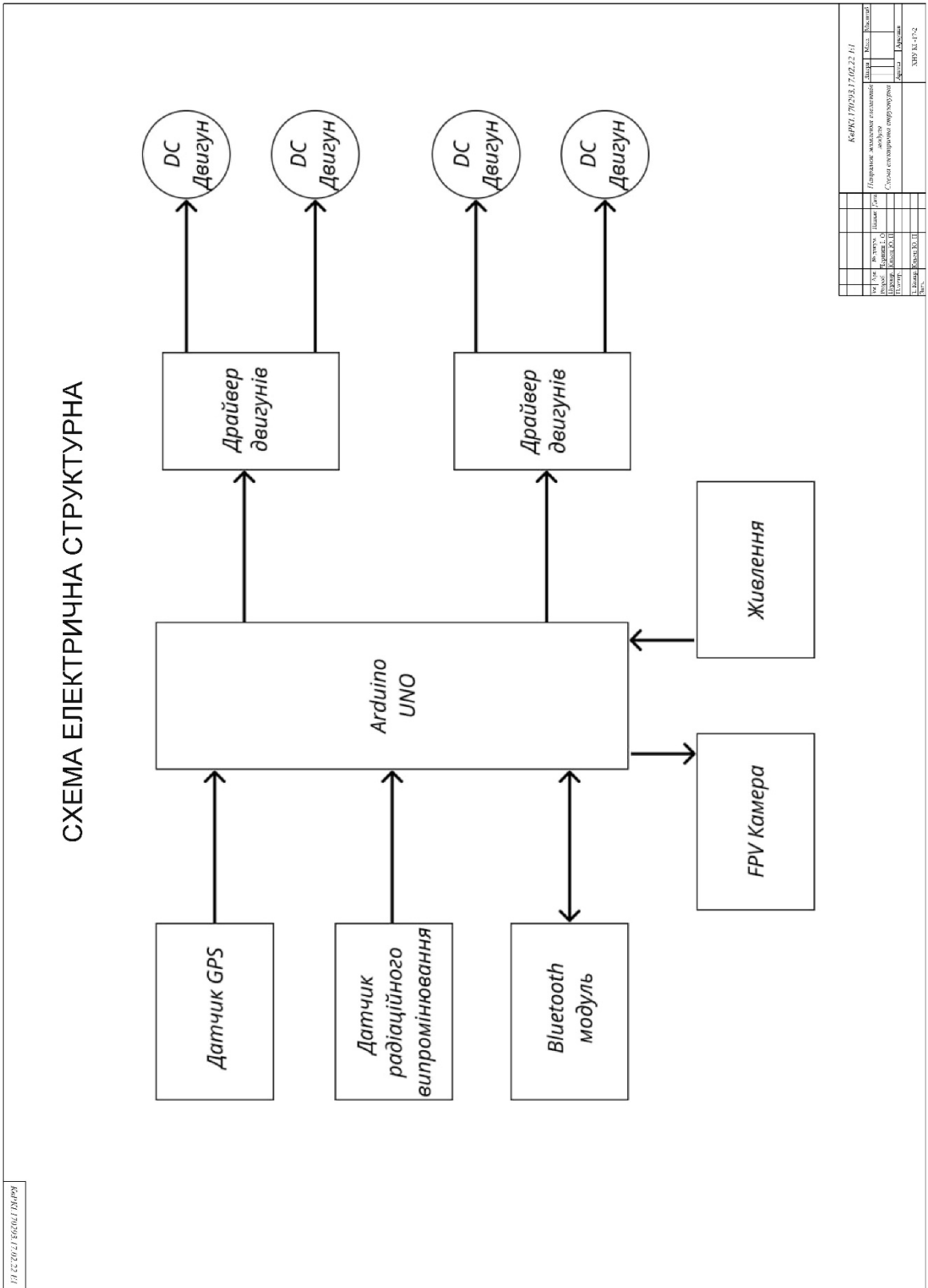
void displayAverageCPM() {
    lcd.setCursor(0,1);

```

```
lcd.print("Avg: ");  
  
lcd.print(outputSieverts(averageCPM));  
  
lcd.print("+/-");  
  
lcd.print(outputSieverts(sdCPM));  
  
}  
  
float outputSieverts(float x) {  
  
    float y = x * 0.0057;  
  
    return y;  
  
}
```

**Додаток Г**  
(обов'язковий)

Копія графічної частини



Код: 17.02.01.7.02.2.11

Код: 17.02.01.7.02.2.11		Дата:	Місяць:	Рік:
Відомості про виконавця	Відомості про замовника	Відомості про виконавця	Відомості про замовника	Відомості про виконавця
Ім'я:	П.І.Б.:	Ім'я:	П.І.Б.:	Ім'я:
Підпис:	Підпис:	Підпис:	Підпис:	Підпис:
Місце:	Місце:	Місце:	Місце:	Місце:
Підпис:	Підпис:	Підпис:	Підпис:	Підпис:
Місце:	Місце:	Місце:	Місце:	Місце:
Підпис:	Підпис:	Підпис:	Підпис:	Підпис:
Місце:	Місце:	Місце:	Місце:	Місце:







User name:  
Кафедра кибербезпеки

Check date:  
15.06.2021 11:48:47 EEST

Report date:  
15.06.2021 11:52:42 EEST

Check ID:  
1008300853

Check type:  
Doc vs Internet

User ID:  
100005590

---

File name: **БАКАЛАВР\_2021**

Page count: **66** Word count: **12702** Character count: **94105** File size: **2.23 MB** File ID: **1008369170**

---

## 0.67% Matches

Highest match: **0.19%** with Internet source (<http://en.iee.kpi.ua/files/2020/dopovid2020.pdf>)

0.67% Internet sources 71

Page 68

No Library search was conducted

## 0% Quotes

Exclusion of quotes is off

Exclusion of references is off

## 0% Exclusions

No exclusions

## Modifind

Text modifications detected. Find more details in the online report.

Replaced characters 6

## Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 0.0%

Словари проверки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Ошибок в документах: 9%

ID: 93941 Название: Модуль на базі Arguino для вимірювання рівня радіаційного забруднення Добавлено в БД: 2021-06-15 Авторы: Черниш І. О. Руководители: Кльоц Ю. П. Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	73985	1134	515 (1%)	7 (1%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник Черниш Іван Олександрович

Тема Модуль на базі Arduino для вимірювання рівня радіаційного забруднення

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

**Обсяг кваліфікаційного проекту:**

Кількість листів креслень 4 ; кількість сторінок записки 65

1. Короткий зміст КП та прийнятих рішень: У рамках кваліфікаційної роботи розроблено модуль на базі Arduino для вимірювання рівня радіаційного забруднення

2. Висновок про відповідність КП кваліфікаційному завданню: Кваліфікаційний проект у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній, так і в практичній частині даного проекту

3. Характеристика виконання кожного розділу проекту, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому, теоретичному, розділі кваліфікаційного проекту якісно та в повній мірі розглянуті методи вирішення поставленої задачі, був проаналізований кожен аспект, який стосується теми кваліфікаційної роботи. У наступному розділі було проведено вибір елементної бази вивчено технічні характеристики обраних компонентів для побудови керованого модулю, поставленому в завданні. У частині проектної реалізації кваліфікаційної роботи було реалізовано систему здатну виконувати поставлені перед нею завдання.

4. Позитивні сторони проекту: Кваліфікаційна робота відповідає сучасним вимогам до проектування систем на базі мікроконтролера Arduino.

5. Негативні сторони проекту: Відсутність детального опису графічних схем

---

---

---

---

---

---

---

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки проекту: Графічне оформлення виконане на належному рівні, єдиним недоліком є не пропорційне розташування з'єднань між елементами модуля.

7. Відгук про роботу в цілому В загальному кваліфікаційна робота відповідає вимогам. Весь матеріал кваліфікаційної роботи структурований, чіткий та послідовний. Усі розділи проекту йдуть у вірній послідовності, що дозволяє чітко розуміти викладений матеріал в рамках даної кваліфікаційної роботи. Графічний матеріал дозволяє наочно побачити доцільність та ефективність рішень, які були прийняті за основу при проектуванні системи на базі Arduino для вимірювання радіаційного забруднення.

---

---

---

---

---

---

---

8. Інші зауваження

9. Оцінка кваліфікаційної роботи. Розглянувши позитивні та негативні сторони представленої кваліфікаційної роботи, можна зробити висновок, що він заслуговує оцінку «Добре».

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Гурман Іван Васильович доцент кафедри ЕТНЗ

« 16 » червня 2021 р. Гурман (підпис)

Завідувачу кафедри КБКСМ  
к.т.н., доценту Кльоцу Ю. П.

Черниша І. О.

ІІБ здобувача вищої освіти

ФПКТС, 4 курсу, групи КІ-17-2

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

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

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

17.06.21

дата



підпис

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

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

Назва: Модуль на базі Arduino для вимірювання рівня радіаційного забруднення

Автор: Черниш Іван Олександрович

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Кльоц Ю. П., кандидат технічних наук, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

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

- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживими фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з 10-40 джерелами на один фрагмент речення;
- 4) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі українськомовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 0,67%, що з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи



Ю. П. Кльоц

Гарант ОП



С. М. Лисенко

Завідувач кафедри КІСП



Ю. П. Кльоц