

БОНДАР АНДРІЙ РУСЛАНОВИЧ,

учень 10 класу
комунального закладу
«Центральноукраїнський науковий ліцей-інтернат
Кіровоградської обласної ради».

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

ДРЕЄВ ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ,
доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення Центральноукраїнського
національного технічного університету, кандидат технічних наук.



СИСТЕМА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛІТАЮЧИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ЇХ ЗВУКОМ



МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ:

розробити систему ідентифікації літаючих об'єктів, використовуючи властивості звуку.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ:

процеси, які супроводжують рух безпілотників на малих висотах.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ:

алгоритми та методи виявлення літаючих дронів та ідентифікації їх типу.

ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ:

1. Дослідити і проаналізувати системи виявлення дронів;
2. Розробити систему виявлення дронів;
3. Розробити пристрій та написати для нього програмне забезпечення;
4. Обрахувати собівартість винаходу та вартість такої системи для захисту кордону, що межує із республікою білорусь та росією.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ:

- аналіз;
- систематизація та узагальнення даних із різних джерел;
- розробка та тестування пристрою;
- розробка програмного забезпечення для створеного пристрою.





SKY CTRL:

установка РЕБ, яка призначена для знешкодження дронів в радіусі 10-20 кілометрів. Система має багато переваг, таких, як: максимальна простота експлуатації, автономність, має можливість віддаленого керування, захоплює висоти тактичних дронів, має можливість протидії дронам у радіодіапазоні, вона потребує мало персоналу для обслуговування, працює 24/7.



ПРИЛАДИ ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ ТА ЗНЕСКОДЖЕННЯ ДРОНІВ

DRONEGUN TACTICAL:

зброя для знешкодження різних видів дронів. Через її незвичайний вигляд її прозвали бойовою «лопатою». Вона працює на малих відстанях, до 2 кілометрів, але дуже ефективно, важить 7,3 кілограми, створює завади на частотах 433 МГц, 915МГц, 2,4ГГц і 5,8 ГГц, дані частоти зазвичай використовуються для керування безпілотником, існує можливість придушення сигналів супутникової навігації.



SKYWALL 100:

базука протидії дронам. Британські розробники представили портативний пристрій типу ракетниці, що стріляє снарядами з сітями і парашутом. Дана зброя не належить до так званого класу РЕБ. З основних характеристик його розробники згадують здатність вражати об'єкти на відстані до 100 метрів, вага якого становить 10 кілограм і швидка перезарядка, що займає всього 8 секунд.



АТАКА-ШОРОХ:

Модуль акустичної розвідки. Система має можливість ідентифікувати дрони які летять в режимі радіомовчання. За допомогою звуку та систем штучного інтелекту може розпізнати шум і визначити місце положення дрону на відстані від 150 до 500 метрів в будь-яких погодніх умовах. Після розпізнання блокує канали супутникової навігації



RIFF-P:

нова українська розробка. Цей мобільний комплекс може складатися з: переносного комплексу, мобільного та стаціонарного комплексу. Переносний комплекс RIFF-P має вагу до 5 кілограм, вихідне радіочастотне живлення 100 Вт та радіус дії до 1,5 кілометра.



ПОШУК ДОДАТКОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДРОНІВ



Радіолокаційне виявлення дронів



Оптичні системи виявлення дронів

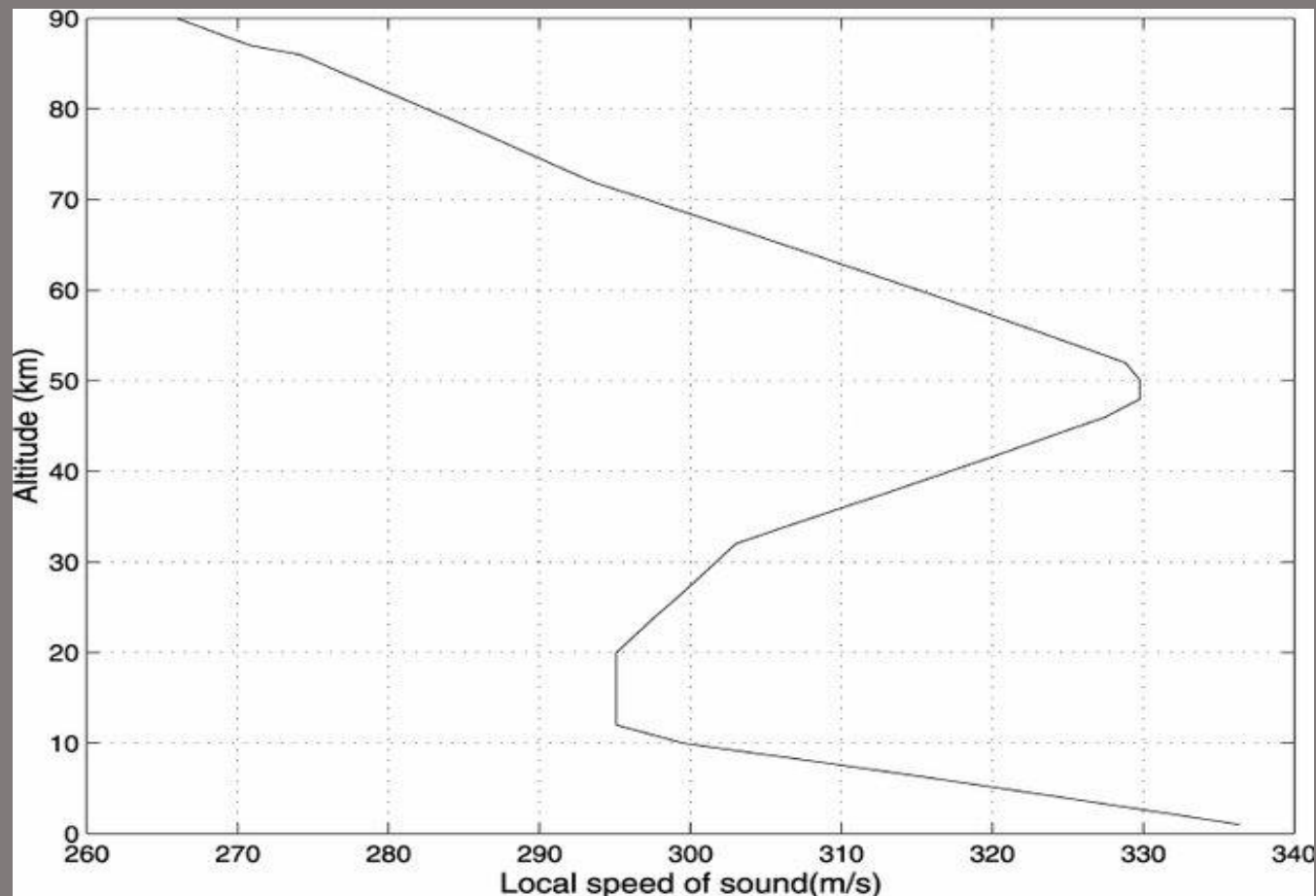


Використання тепловізорів для виявлення дронів

[<https://www.bezpeka-shop.com/ua/blog/obzor/sistemy-obnaruzheniya-dronov-i-protivodronnye-sistemy/>]



ЧОМУ АКУСТИЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ



Графік залежності швидкості від висоти

[https://www.researchgate.net/figure/Local-speed-of-sound-as-a-function-of-altitude_fig5_254288747]

КОЖНИЙ З МЕТОДІВ ПРАЦЮЄ НА РІЗНИХ ФІЗИЧНИХ ПРИНЦИПАХ І МАЄ СВОЇ НЕДОЛІКИ:

- Залежність від радіочастотної обстановки.
- Погана робота в темну пору доби.
- Неможливість визначення БПЛА з електродвигунами.



СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ ПРИСТРОЇВ ВЛОВЛЮВАННЯ ЗВУКУ

МІКРОФОНИ БУДУТЬ РОЗТАШОВАНІ НА ПРОЗОРИХ КУЛЬКАХ
НАПОВНЕНИХ ЛЕГКИМ ГАЗОМ. ВІДСТАНЬ МІЖ КУЛЬКАМИ СТАНОВИТИМЕ
ПРИБЛИЗНО 1 КІЛОМЕТР.

СФОРМУЄМО ВИМОГИ ДО ПРИСТРОЮ:

- чутливий мікрофон;
- радіозв'язок для передачі інформації про звук до базової станції;
- при виявленні звуку, можливість збереження і накопичення його протягом 0,5-10 секунд;
- передача закодованого звуку короткими імпульсами до базової станції для подальшої обробки лише при виявленні звуку;
- бажана можливість автономного живлення (сонце, вітер);
- легка вага.

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ ПРИСТРОЄМ ВИЯВЛЕННЯ ЗВУКУ ПРОВОДИТИМЕТЬСЯ В ДЕКІЛЬКА ЕТАПІВ:

- зчитування звуку мікрофоном;
- передача отриманого звуку на мікроконтролер, зміна вхідного аналогового сигналу в дискретний код, присвоєння цьому шифрованому сигналу унікального коду, який притаманний лише одному пристрою, щоб знати з якого пристрою базова станція отримала зразок звуку;
- передача зашифрованого сигналу через радіопередавач на комп'ютер.

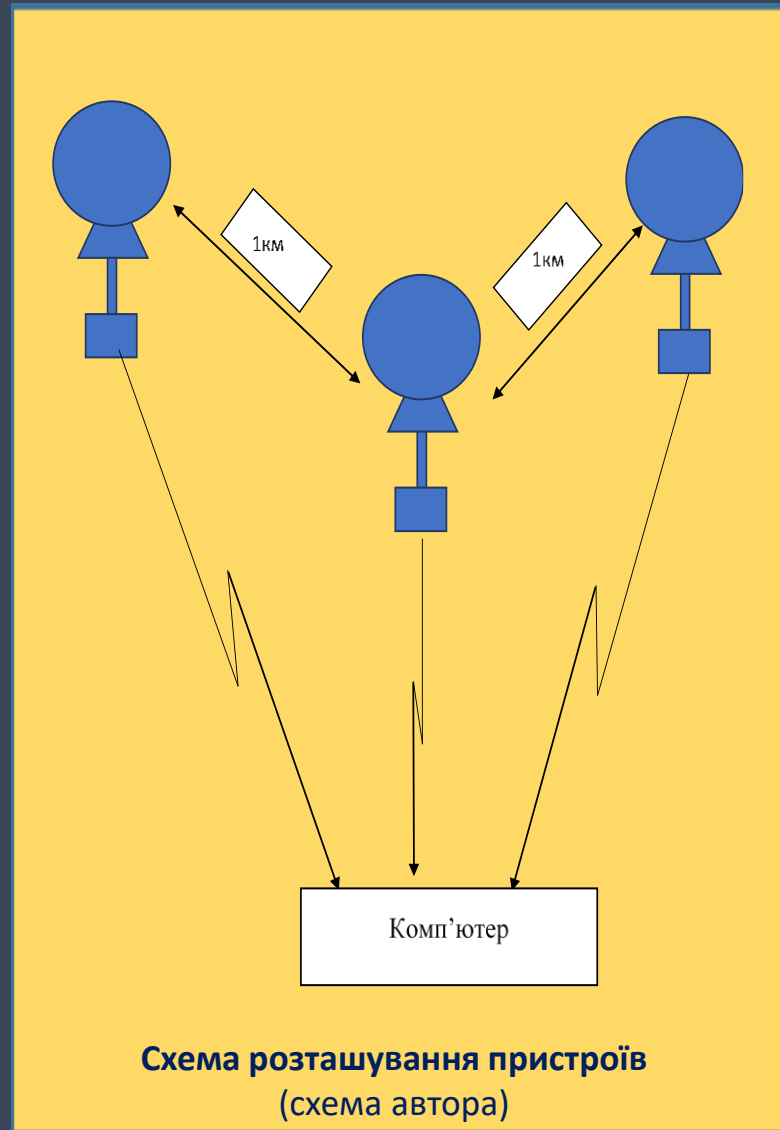
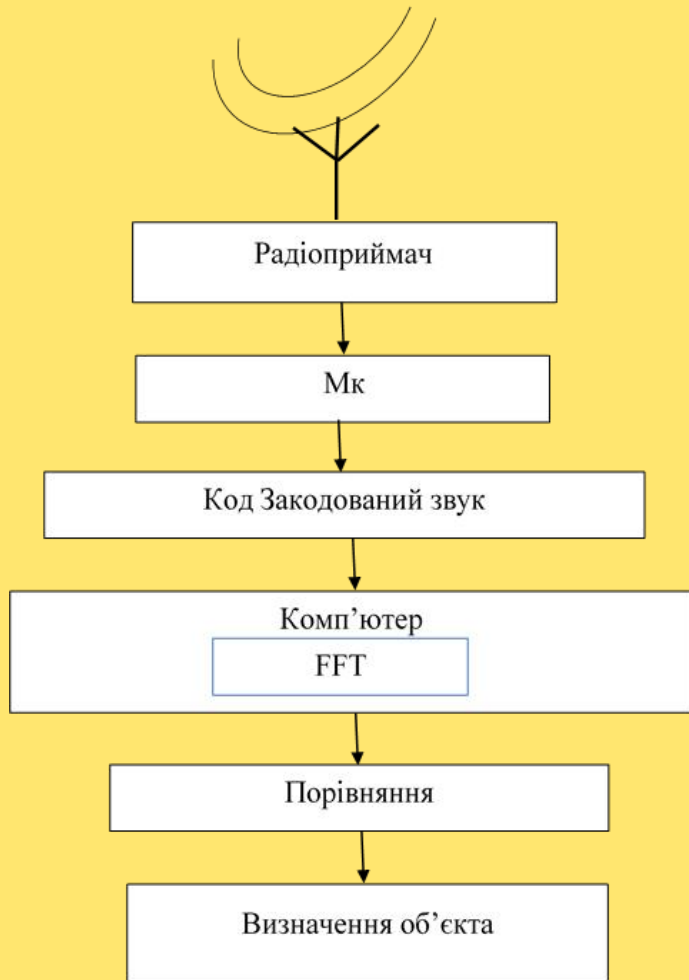


Схема розташування пристроїв
(схема автора)



БЛОК-СХЕМА РОБОТИ КОМП'ЮТЕРА ПРИ ОТРИМАННІ СИГНАЛУ

ОБРОБКА ЗАКОДОВАНОГО ЗВУКУ ЗДІЙСНЮВАТИМЕТЬСЯ КОМП'ЮТЕРОМ, ЯКИЙ РОЗТАШОВАНИЙ НА ВІДСТАНІ ВІД ПРИСТРОЇВ.



Блок-схема роботи комп'ютера
при отриманні сигналу (схема автора)

ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ ЗВУКУ ПРОВОДИТИМЕТЬСЯ ЗА ТАКИМ ПОРЯДКОМ:

- прийом закодованого звуку за допомогою радіоприймача;
- передача звуку на комп'ютер;
- обробка дискретного коду через перетворення Фур'є;
- порівняння отриманого перетворення із бібліотекою зразків;
- інформації про вид звуку.

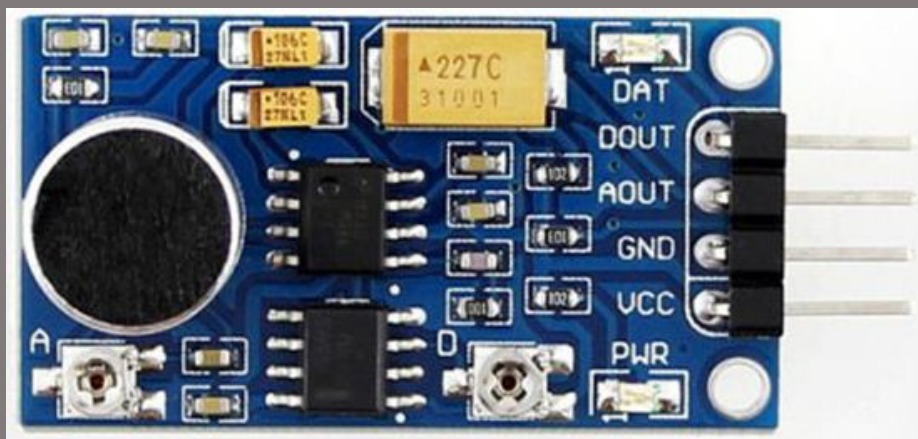
ВИМОГИ ДО КОМП'ЮТЕРА:

- наявність програми для швидкого перетворення Фур'є (FFT) та порівняння спектрограм;
- бібліотека з готовими спектрограмами різних типів літальних апаратів.

ЗАХИСТ МІКРОФОНУ ВІД ВІТРУ.

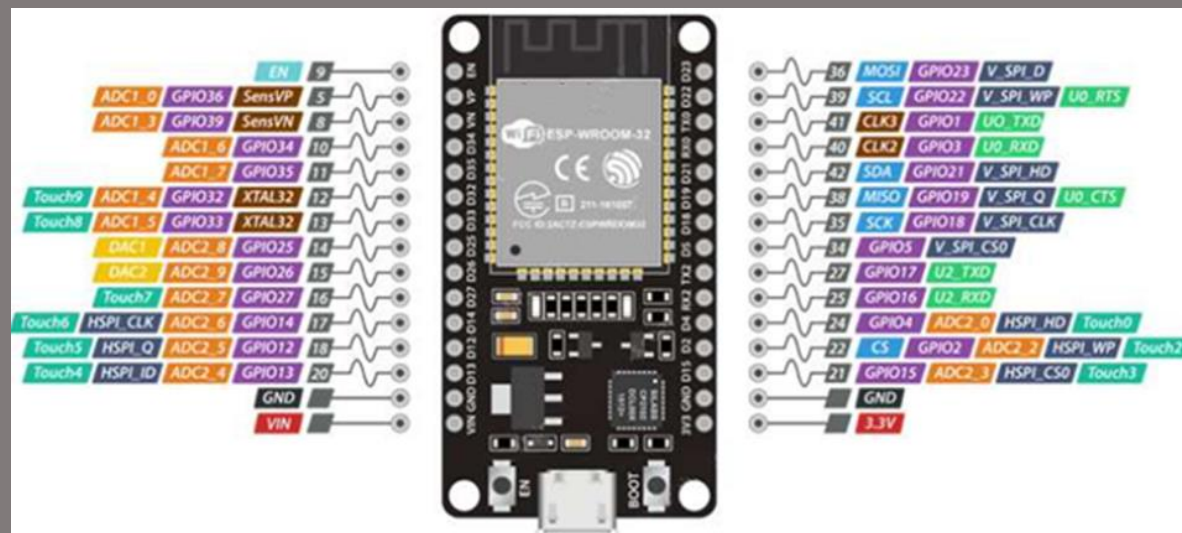
Запис звуку проходитиме на відкритому повітрі тому нам потрібно захистити мікрофон від небажаного шуму. Для цього ми використовуватимемо хутряний захист.

АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ



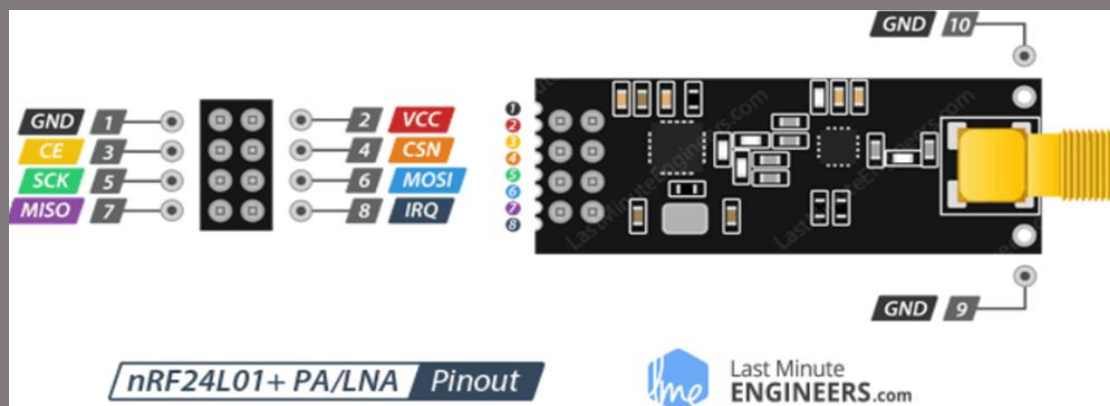
Модуль датчика звуку Waveshare

[<https://miniboard.com.ua/sensors/276-modul-datchika-zvuka-ot-waveshare.html>]



Плата розробника та призначення виходів

[<https://arduino.ua/prod3990-wi-fi-modul-devkit-v1-s-esp-32>]



Радіомодуль NRF24L01 та призначення його виводів

[<https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-wireless-communication-nrf24l01-tutorial/>]



РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ПРИСТРОЮ

№	НАЗВА КОМПЛЕКТУЮЧИХ	КІЛЬКІСТЬ	ВАРТІСТЬ ГРН.	ВАРТІСТЬ ДОЛ.
1	Модуль ESP32	1	225,00	5,63
2	Датчик звуку	1	95,00	2,38
3	Акумулятор 18650	1	112,00	2,8
4	Модуль NRF24L01	1	160,00	4,0
5	Кулька з гелієм	2	40,00	1
	Разом:		632,00	15,81

Собівартість одного пристрою (таблиця автора)

ДОВЖИНА КОРДОНУ	3375	
Відстань між пристроями	1 км	
Кількість пристроїв	3300	
Вартість захисту кордону	2 085 600 грн.	52 140 дол.

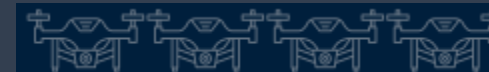
Собівартість захисту кордону (таблиця автора)

№	НАЗВА КОМПЛЕКТУЮЧИХ	КІЛЬКІСТЬ	ВАГА, ГР
1	Модуль ESP32	1	10
2	Датчик звуку	1	8
3	Акумулятор 18650	1	45
4	Модуль NRF24L01.	1	12
	Разом:		75

Вага одного пристрою (таблиця автора)

Тому за вагу пристрою разом з корпусом можна прийняти за 80 гр. і кулька повинна вміщувати 0,1 м3 гелію плюс ще об'єм для підняття оболонки.

На практиці одна дитяча кулька підіймає 4 гр., тому на підняття пристрою потрібно мати біля 20 звичайних кульок.



ПОЄДНАННЯ КОМПОНЕНТІВ

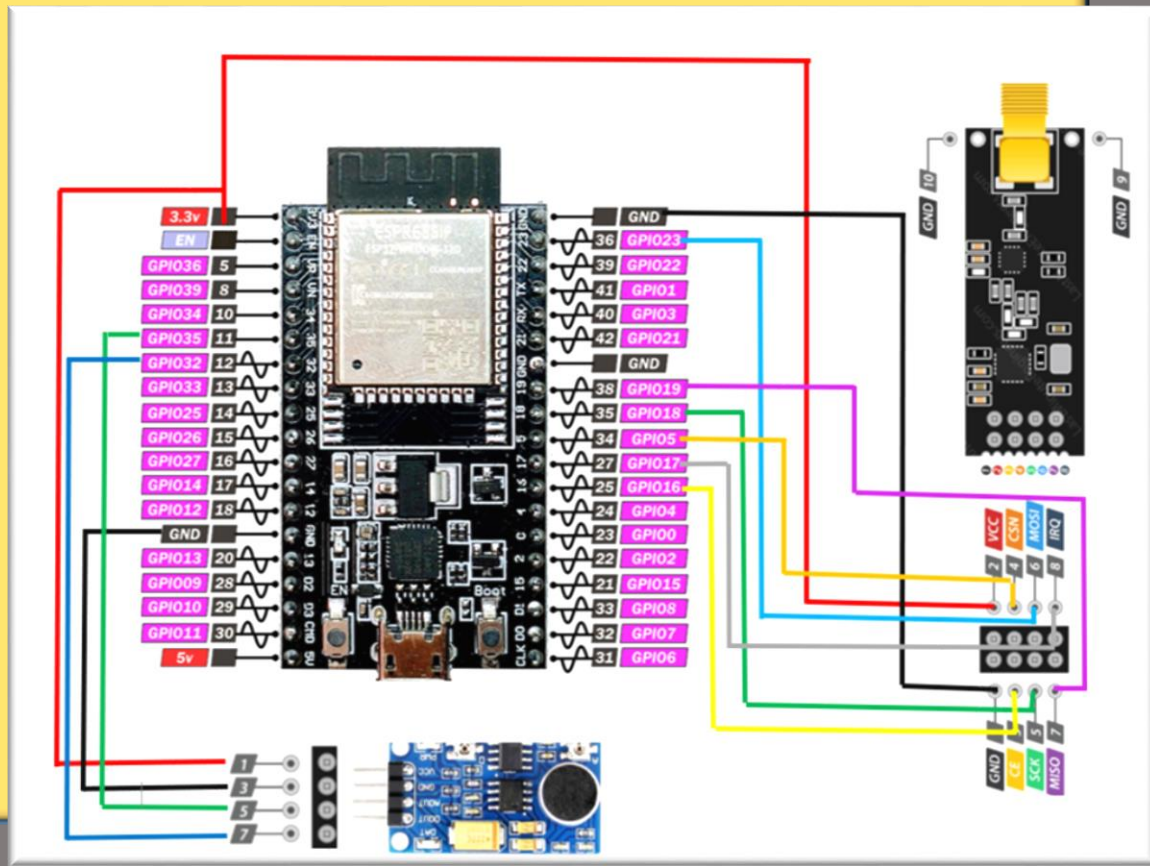
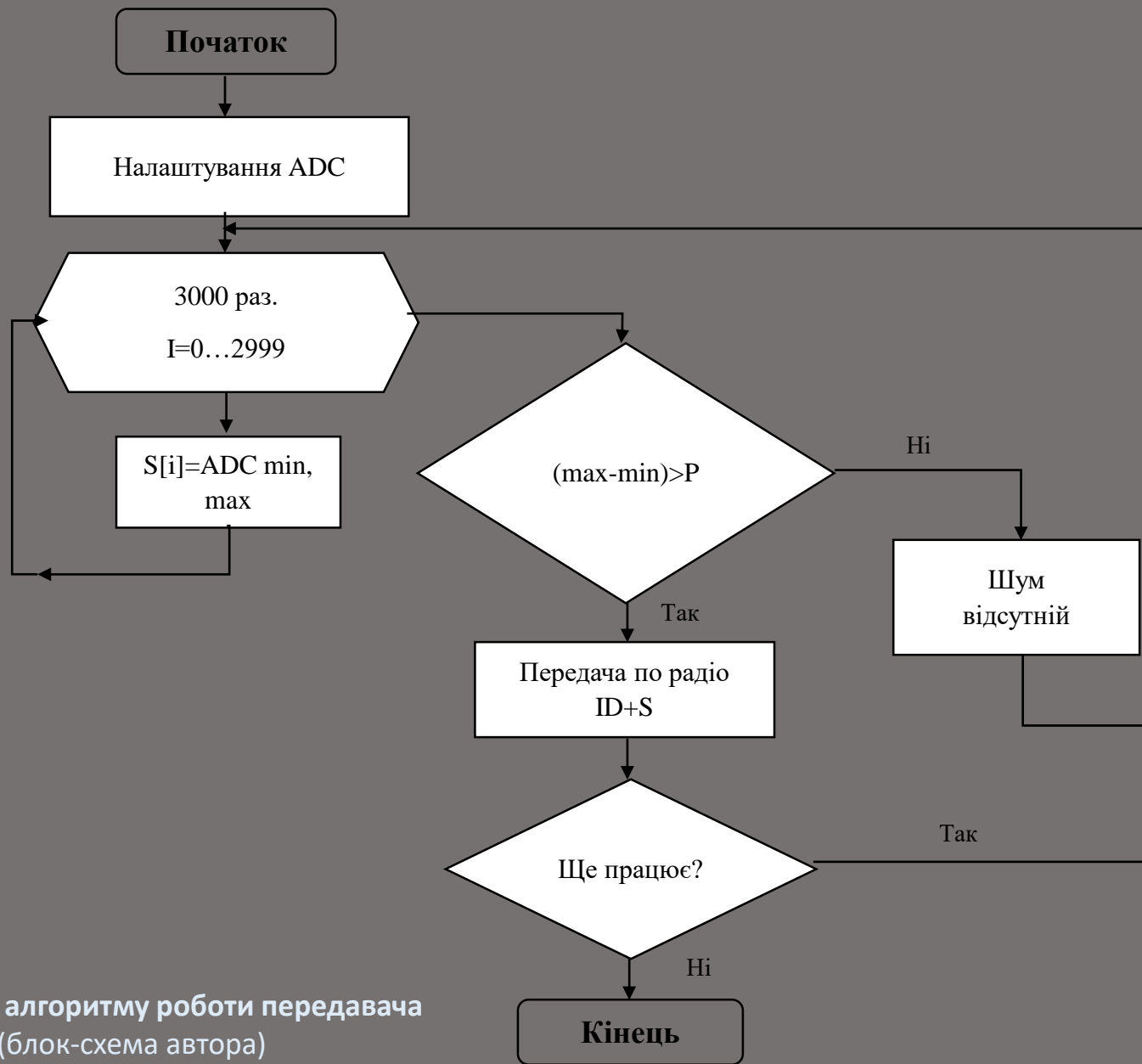
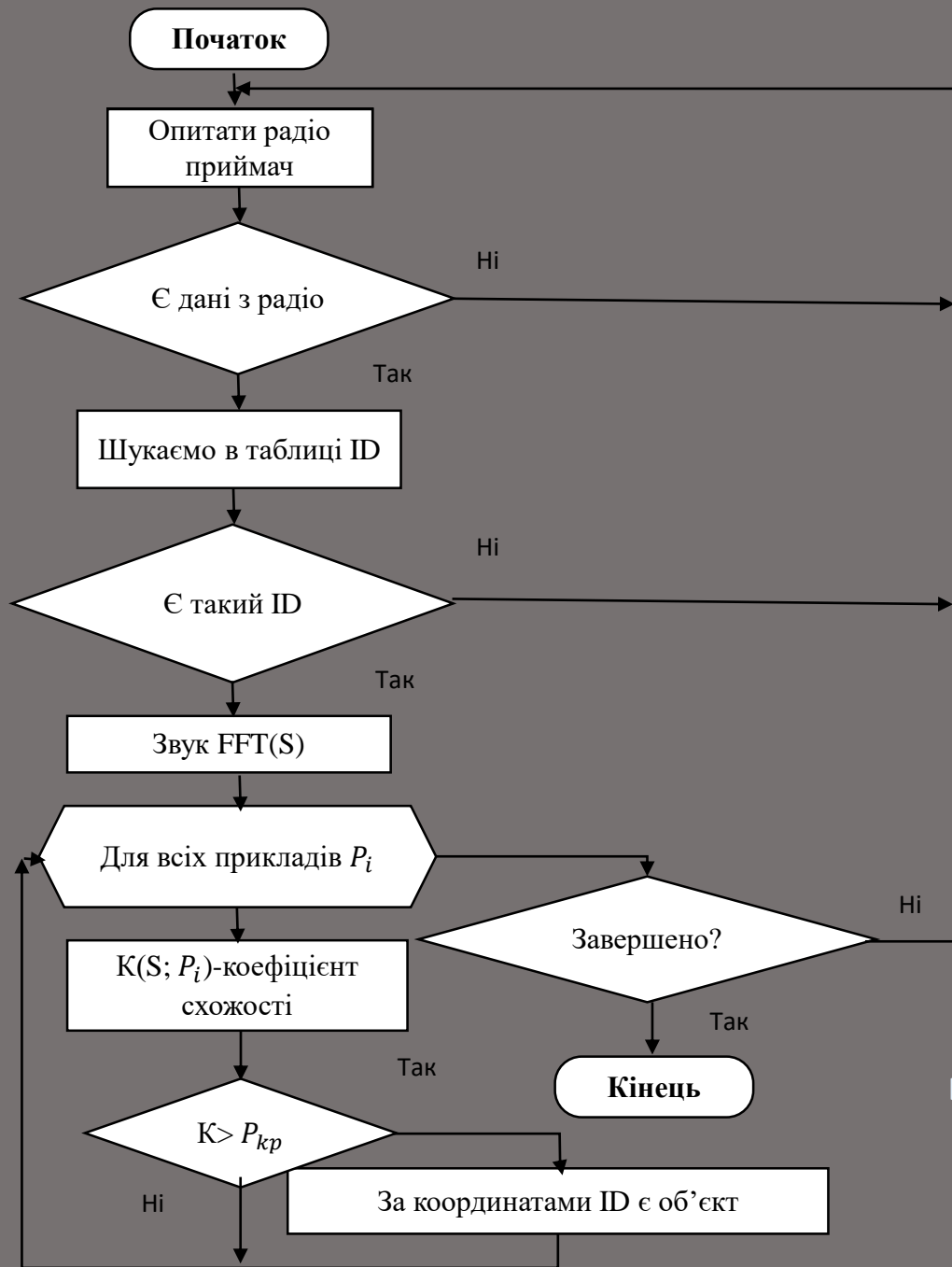


Схема підключення радіомодуля до мікроконтролера
(схема автора)



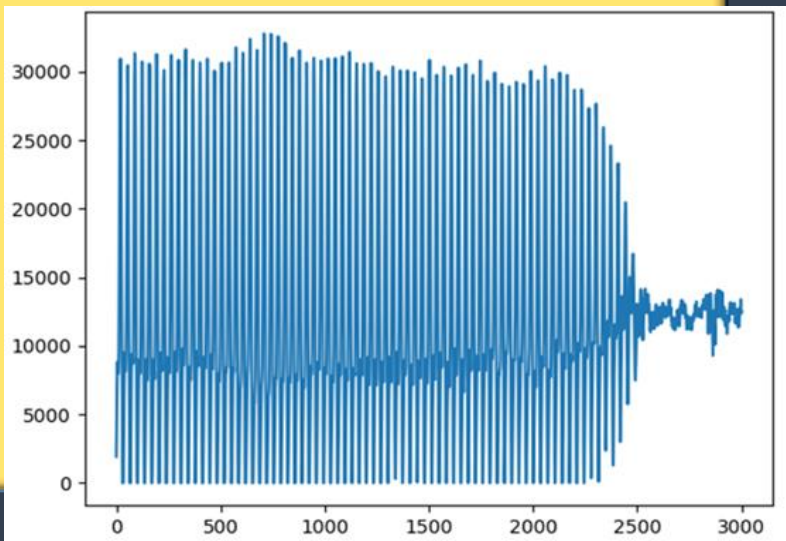


Блок-схема алгоритму роботи передавача
(блок-схема автора)

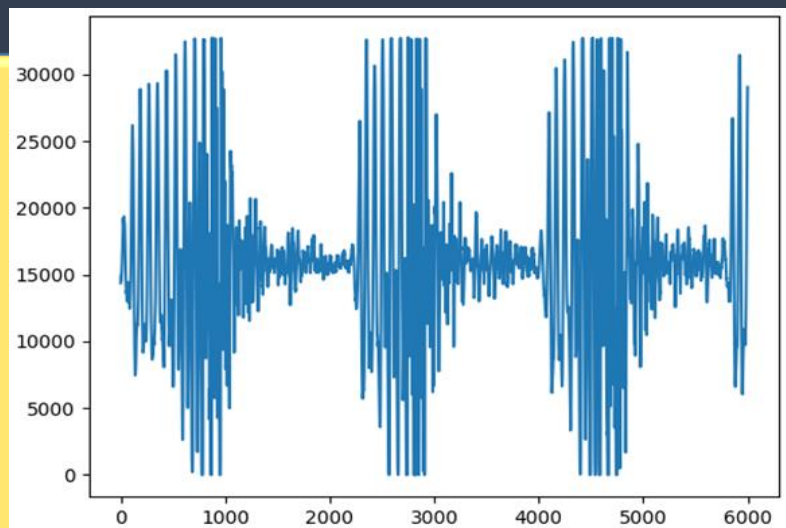


Блок-схема алгоритму обробки звуку на стороні приймача (блок-схема автора)

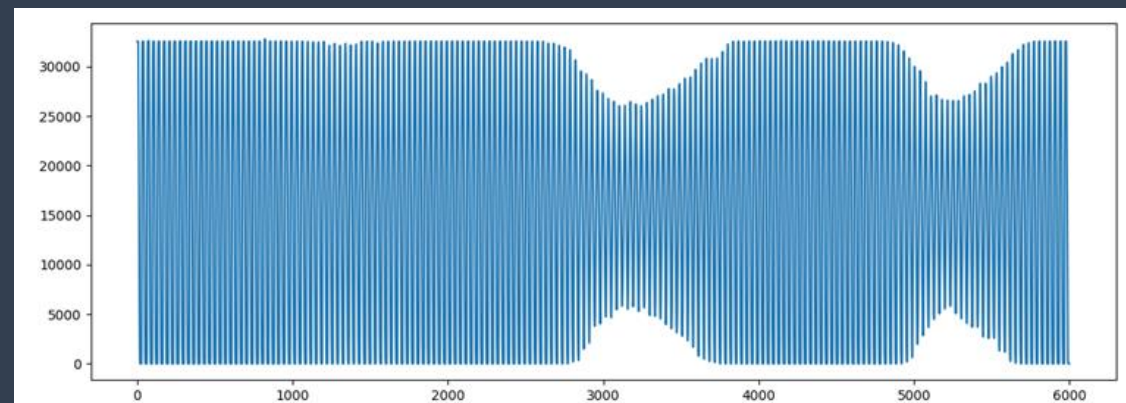
РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ПРИБРОЮ



Принятий звук № 1
(фото автора)



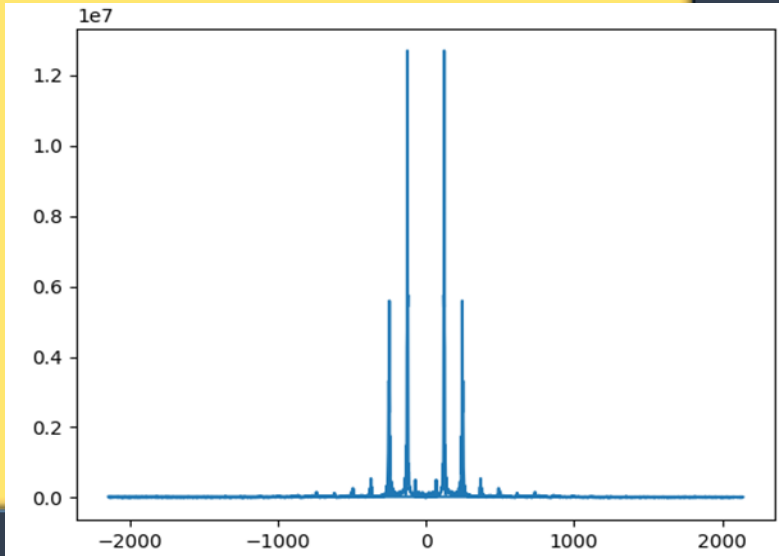
Принятий звук № 2
(фото автора)



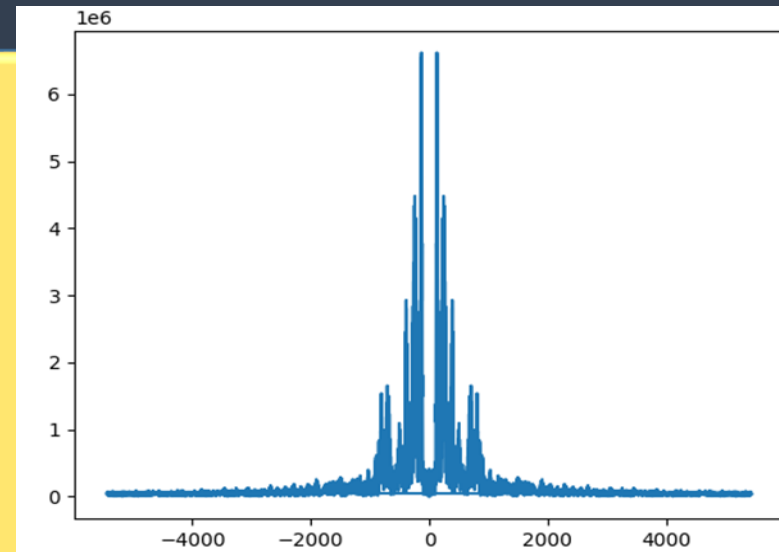
Принятий звук № 3 (фото автора)

РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ПРИБРОЮ

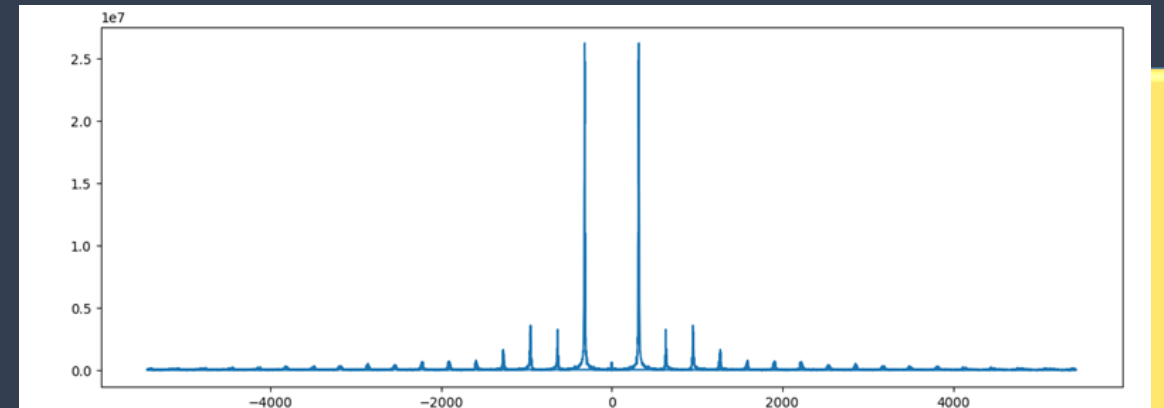
Спектр прийнятого звуку № 1
(фото автора)

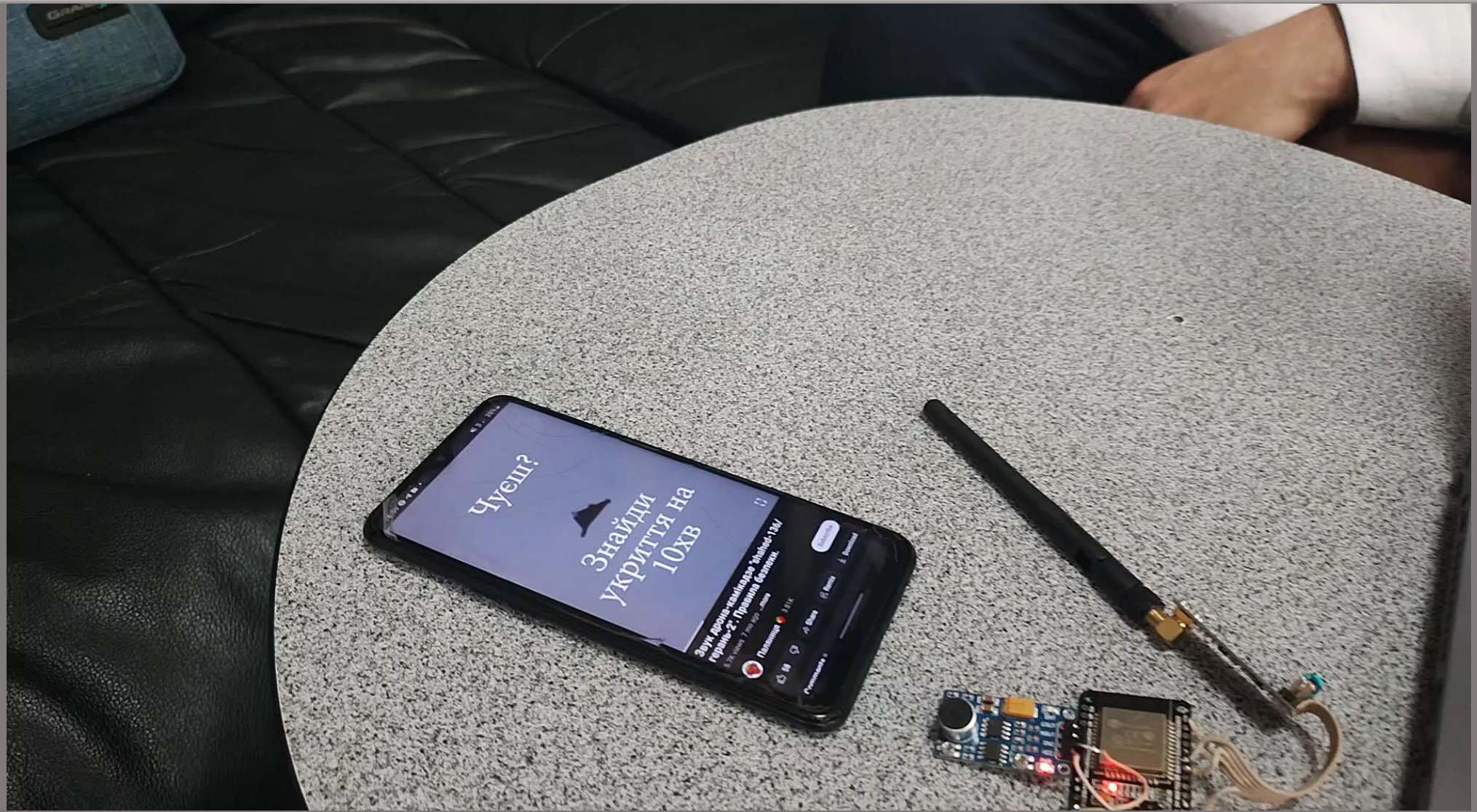


Спектр прийнятого звуку № 2
(фото автора)



Спектр прийнятого звуку № 3 (фото автора)





ВИСНОВКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ:

1

Проаналізовано системи захисту та протидії дронам. Виявлено недоліки: велика ціна, складність в обслуговуванні, неефективність дії.

2

Зроблено аналіз можливостей для виявлення дронів, ними виявилися: радіочастотні аналізатори, акустичні датчики, оптичні датчики, тепловізори.

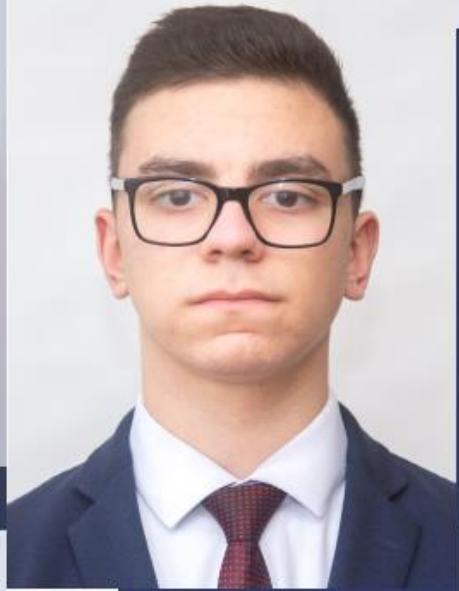
3

Створено свою систему виявлення дронів за звуком; розроблено схему розташування компонентів та схему взаємодії між приладом та комп'ютером; написано програму для реагування на звук.

4

Розраховано собівартість одного пристрою, та вартість такого захисту для всього кордону України, що межує із республікою білорусь та росією.





БОНДАР АНДРІЙ РУСЛАНОВИЧ,

учень 10 класу
комунального закладу
«Центральноукраїнський науковий ліцей-інтернат
Кіровоградської обласної ради».

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

ДРЕЄВ ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ,
доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення Центральноукраїнського
національного технічного університету, кандидат технічних наук.

