

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки  
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

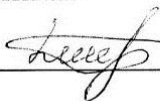
**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до кваліфікаційної роботи  
бакалавра

на тему: **Комп'ютеризований прилад для вимірювання параметрів  
акустичного шуму**

Виконав: студент 4 курсу, групи MT-2

Спеціальності: 152 «Метрологія та  
інформаційно-вимірювальна техніка»

Левицький А.В.   
(прізвище та ініціали)


Керівник: доцент кафедри М та ІВТ

кандидат технічних наук, доцент

Чепюк Л.О. 

(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)

Рецензент: Ткачук А.Г.,

к.т.н., доцент, зав. каф. РЕчА 

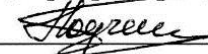
(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**  
**Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки**  
**Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки**

**Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри метрології та  
інформаційно-вимірювальної техніки  
д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.

  
« 30 » \_\_\_\_\_ 03 \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент \_\_\_\_\_ Левицький Артур Вячеславович \_\_\_\_\_

1. Тема роботи: Комп'ютеризована система для вимірювання кутової швидкості рухомих об'єктів

Керівник роботи: доцент кафедри М та ІВТ, кандидат технічних наук, доцент Чепюк Л.О.

затверджена наказом по університету від « 30 » березня 2023 р. № 129/с


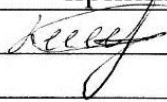
2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру « 19 » червня 2023р.

3. Вихідні дані до роботи об'єкт управління – комп'ютеризований прилад для вимірювання акустичного шуму, параметр вимірювання – рівень шуму в дВ, похибка точності залежить від зовнішніх умов, інтенсивності, якості компонентів та зовнішніх умов.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) огляд та аналіз методів вимірювання акустичного шуму, розробка структурної схеми, розробка принципової схеми, конструкторська частина, розробка алгоритму та програми роботи системи, розрахунок метрологічних характеристик, оцінка показників надійності роботи системи, безпека життєдіяльності та охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним визначенням обов'язкових креслень) структурна схема, електрична принципова схема, перелік елементів, топологія друкованої плати, блок-схема алгоритму роботи системи

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

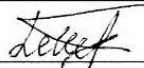
Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-8	Чепюк Л. О.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Узгодження технічного завдання	25.02.23 – 15.03.23	Виконанно
2	Огляд та аналіз методів вимірювання акустичного шуму	10.03.23-16.03.23	Виконанно
3	Розробка структурної схеми	16.03.23 – 15.04.23	
4	Розробка електричної принципової схеми	16.04.23 – 24.04.22	Виконанно
5	Розробка топології друкованої плати	25.04.23 – 09.05.23	Виконанно
6	Розробка алгоритму та програми системи	10.05.23 – 24.05.23	Виконанно
7	Розрахунок метрологічних характеристик	25.05.23 – 03.06.23	Виконанно
8.	Розрахунок надійності	04.06.23 – 15.06.23	Виконанно
9	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	15.06.23-20.06.23	Виконанно


Студент

  
(підпис)

Левицький А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Чепюк Л. О.

(прізвище та ініціали)

## **АНОТАЦІЯ**

В даній кваліфікаційній роботі розроблено комп'ютеризований прилад для вимірювання параметрів акустичного шуму. Розроблено систему, що дозволяє проводити аналіз перехідних процесів та контролю регульованої величини, а сам пристрій у найпростішому випадку можна застосувати в якості моніторингу акустичного шуму.

Ключові слова: комп'ютеризований прилад, акустичний шум, комп'ютеризована система, енкодер.

## **ABSTRACT**

In this qualification work, a computerized device for measuring acoustic noise parameters was developed. A system has been developed that allows for the analysis of transient processes and control of the controlled value, and the device itself can be used as an acoustic noise monitor in the simplest case.

Keywords: computerized device, acoustic noise, computerized system, encoder.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота представлена пояснювальною запискою в обсязі 95 сторінок формату А4, записка містить вступ, основну частину, що складає вісім розділів, висновки, список використаних джерел та додатків. Темою роботи є розробка комп'ютеризованої системи для вимірювання акустичного шуму

Перший розділ містить основні завдання та вимоги до виробу, а саме: умови експлуатації, технічні характеристики, надійність та конструктивне оформлення.

Другий розділ містить загальний огляд приладу вимірювання шуму, було визначено найбільш практичний мікрофон та обрано доцільний метод програмного опрацювання вимірів.

Третій розділ містить огляд основних існуючих систем вимірювання акустичного шуму, також виконано розробку структурної схеми комп'ютеризованої системи для вимірювання акустичного шуму.

Четвертий розділ містить опис обраної елементної бази та розраховано основні параметри системи на основі отриманих даних розроблено принципову схему.

П'ятий розділ містить огляд розробленого компонування та трасування друкованої плати системи.

Шостий розділ містить огляд розробленого алгоритмічного та програмного забезпечення для комп'ютеризованої системи вимірювання акустичного шуму.



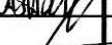
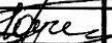

Сьомий розділ містить розрахунок основних метрологічних характеристик системи, а саме похибка мікрофону та вимірювального приладу, визначено клас точності розробленої системи.

Восьмий розділ містить розрахунок надійності приладу, графічно зображено залежність безвідмовної роботи виробу протягом часу.

Останній розділ містить інформацію щодо безпеки та охорони праці.

## ЗМІСТ

	стор
ВСТУП .....	8
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ .....	9
1.1. Підстава для розробки, призначення та галузь застосування.....	9
1.2. Умови експлуатації.....	9
1.3. Вимоги до технічних характеристик.....	9
1.4. Вимоги до надійності.....	10
1.5. Вимоги до конструктивного оформлення.....	10
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ АКУСТИЧНОГО ШУМУ .....	11
2.1. Методи опрацювання вимірювання шуму.....	11
2.2. Пристрій для вимірювання акустичного шуму та його аналоги.	12
2.2.1. Класифікація та застосування шумомірів.....	14
2.2.2. Цифровий шумомір Flus "ET-933" .....	16
2.2.3. Шумомір ВШВ-003-М2.....	18
2.2.4. Професійний цифровий шумомір VOLTcraft SL-451	19
2.3. Визначення проблем, що потребують вирішення.....	21
2.4. Висновки до розділу.....	24
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ .....	25
3.1. Алгоритм автоматичної оцінки акустичної обстановки у приміщенні.....	25
3.2. Підбір обладнання для побудови системи оцінки акустичної обстановки у приміщенні.....	26
3.2.1. Модуль ESP32-WROOM із чіпом ESP32-D0WDQ6.....	27

МММТ.480.006.006 – ПЗ							
Вимм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Левицький А.В.			Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Чепюк Л.О.			6	95	
Реценз.					Державний університет «Житомирська політехніка», гр. МТ-2		
Н. Контр.		Чепюк Л.О.			Пояснювальна записка		
Затверд.		Подчашинський Ю					

	стор
3.2.2. Висопродуктивний мікрофон INMP441.....	29
3.2.3. Літієвий акумулятора типорозміру 18650.....	30
3.2.4. USB перехідник для програмування та налагодження модулю ESP32.....	31
3.2.5. IPS Дисплей 1.8 spi TFT ST7735.....	32
3.2.6. RTC DS1338Z-33 годинник точного часу.....	33
3.3. Висновки до розділу.....	34
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	35
4.1. Визначення необхідного обсягу пам'яті flash-картки для дослідження акустичного стану.....	35
4.2. Вибір процесору для ПК.....	36
4.3. Призначення модулю ESP32.....	38
4.4. Принципова схема приладу.....	40
5. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	43
5.1. Розробка друкованої плати.....	43
6. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМИ РОБОТИ СИСТЕМИ....	47
6.1. Розробка алгоритму для введення акустичної інформації з можливістю прив'язки місця до навколишнього середовища....	47
6.2. Розробка програми.....	54
7. РОЗРАХУНОК МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	57
8. ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ.....	58
9. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	62
9.1. Нормативні документи рівня шуму.....	62
9.2. Нормативні вимоги до впливів віброакустичних факторів.....	63
ВИСНОВКИ .....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	71
ДОДАТКИ .....	74

					МММТ.480.006.006 – ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

