

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ**

**РУДИЙ ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ**

УДК 004.925.5

**СИСТЕМА ВІДОБРАЖЕННЯ ЗВУКОВИХ ХВИЛЬ НА БАЗІ**  
**ПЛАТФОРМИ ARDUINO**

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат

магістерської роботи

на здобуття кваліфікації магістра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2019

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Максим Павлович Мусієнко,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
професор кафедри комп'ютерної інженерії

**Рецензент:** канд. технічних наук, доцент  
**Кондратенко Галина Володимирівна,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
доцент кафедри інтелектуальних  
інформаційних систем

**Консультант:** д-р біол. наук, професор  
**Томілін Юрій Андрійович,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
професор кафедри екології Медичного  
інституту

Захист відбудеться «25» лютого 2019 р. о 10<sup>00</sup> на засіданні  
Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2–406

З магістерською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили  
за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений «23» лютого\_2019 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

В даний час існує досить велика кількість способів відображення звукових хвиль, які застосовуються для вивчення звукових полів складної форми для цілей дефектоскопії і медичної діагностики, а також для відображення акустичних зображень предметів.

Технологія звукового відображення дозволить кардинальним чином змінити процес обробки звуку шляхом подання відповідних звукових хвиль у вигляді світлової моделі. Всі зміни в звучанні можна буде проводити за допомогою жестів і голосових команд, що не тільки прискорить процес, але і позитивно позначиться на результатах обробки.

Крім нового методу обробки звуку, технологія може надати можливість замінити звичне спілкування в соціальних мережах з текстового набору на візуальне представлення у вигляді тієї ж світлової моделі. Колірна модель буде модифікуватися за допомогою голосу, жестів і міміки обличчя. Подібна варіація відображення думок дозволить більш точно передати настрій співрозмовника і зробить передачу інформації більш швидкою і стислою.

У сучасному світі відображення звуку застосовується в системах підводного бачення (гідроакустичні локатори), дефектоскопії, в сфері розваг (шоу фонтанів). Звукові хвилі крім цього впливають на біологічні тканини і біологічні рідини організму механічно, змушуючи останні коливатися під дією хвиль, на чому ґрунтуються різні фізіотерапевтичні методики діагностики та лікування. Так само відображення звуку сприяє розвитку сприйняття у глухих людей.

Актуальність даної магістерської роботи полягає у наочному представленні вигляду звукових хвиль, що в свою чергу приверне увагу зору до відтвореного звуку та покращить засвоєння інформації, а також допоможе багатьом легше зрозуміти сутність звуку і це можливо послужить поштовхом для створення в майбутньому нових пристроїв відображення звуку.

Під час дослідження поставленої проблеми був застосований метод, в якому використовується коливальний зсув частинок, а також зображення звуку за допомогою комп'ютерних технологій. Представлений проект слугує для відображення звуку в режимі реального часу з можливістю перемикатися між декількома режимами відображення.

**Мета:** дослідження методів та технологій реалізації системи відображення звукових хвиль, на базі мікроконтролера Arduino та аналіз існуючих систем в даній предметній області, а також проектування інформаційної системи для подальшого розвитку даної галузі.

**Об'єкт:** процес створення системи відображення звукових хвиль різної частоти на гучності в реальному часі.

**Предмет:** технологія для реалізації поставленої задачі, програмно – апаратний комплекс проєкції звукових хвиль на базі програмного модуля Arduino.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **задачі:**

- зібрати і систематизувати інформацію з теми магістерської роботи;
- проаналізувати літературу по даній темі;
- розробити схеми, спроектувати пристрій;
- проаналізувати робочі характеристики пристрою;
- поставити експеримент з відображення звукових хвиль, що видається різними пристроями.

**Апробація** результатів магістерської роботи відбулася під час:

- проходження науково–дослідницької практики;
- Всеукраїнської науково–практичної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців.

**Публікації.** За результатами магістерської роботи опубліковані тези доповіді «Система відображення звукових хвиль на базі платформи Arduino» [1].

**Структура та обсяг роботи.** Магістерська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 30 найменувань, двох додатків на 14 сторінках, спеціальної частини з охорони праці. Основна частина роботи становить 71 сторінку, серед яких 37 рисунків та 10 таблиць.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, зазначено її зв'язок із науковою програмою, планами і темами, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації автора. Задача відображення звукових хвиль полягає у наочному представленні вигляду звуку та використанні його в різного роду діяльності. Дана технологія допоможе багатьом не лише зрозуміти сутність звуку, але й послужить поштовхом для створення в майбутньому нових пристроїв відображення звуку.

У **першому розділі** магістерської роботи «**Аналітичний огляд завдання та існуючих методів відображення звукових хвиль**» представлено стислу інформацію про звук та його основні характеристики, на які ми опиралися під час нашого дослідження.

Розглянуті можливі перспективи, в яких може проявити себе система відображення звукових хвиль, з наведенням конкретних прикладів.. У залежності від області застосування системи, до неї висуваються різні вимоги. Розглянуто алгоритми пошуку інформації на які ми опирались під час збору, дослідження та впорядкування інформації по даній темі. Проаналізовано існуючі методи відображення звукових хвиль (методи, в яких використовуються основні параметри звукового поля; методи, засновані а квадратичних ефектах в звуковому полі; методи, які використовують вторинні ефекти, що виникають при поширенні звукових хвиль достатньої інтенсивності в рідині) та обґрунтовано причини вибору методу, в якому використовується коливальний зсув частинок, а також зображення звуку за допомогою комп'ютерних технологій. Сформульовані задачі досліджень дипломної магістерської роботи.

У **другому розділі** магістерської роботи «**Розробка апаратної частини**» проведено порівняльний аналіз та опис необхідних для виконання поставленої цілі компонентів. Виділенні основні з компонентів, вони були охарактеризовані та протестовані. Проведений аналіз та принцип їх дії окремо, а також їх

сумісність. Розроблена аналітична модель. Описано програмне забезпечення для роботи з технічними засобами, які необхідні для відображення звукових хвиль. Обґрунтовано вибір середовища та мови програмування для розробки програмного застосунку; обрано Android IDE та об'єктно-орієнтовану мову програмування C++.

У **третьому розділі** магістерської роботи **«Розробка програмної частини»** описано процес розробки прототипу проекту за допомогою програми Fritzing. Fritzing – це програма з відкритим кодом, розроблена для того, щоб полегшити процес прототипування проектів на базі популярних платформ: Arduino, Raspberry Pi та багатьох інших. Проведений аналіз програмного забезпечення для прототипування, а також з його допомогою було створено принципову схему та макетну плату. Описано покроковий процес підключення компонентів з обґрунтуванням виконаних дій. Розроблено програмне забезпечення (ПЗ) відображення звукових хвиль та наведений опис проведених досліджень.

У **спеціальному розділі «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»** проведений аналіз факторів виробничого середовища у приміщенні на підприємстві ФОП «РУДИЙ О.М.», а також визначений вплив цих факторів на здоров'я та працездатність працівників. Слід зазначити, що була встановлена відповідність всіх розглянутих показників чинним санітарним нормам та виявлено, що умови праці в ФОП «РУДИЙ О.М.» є оптимальними.

**Додатки** містять лістинг коду ПЗ відображення звукових хвиль, матеріали апробації магістерської роботи.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи:

1. Складено алгоритми пошуку інформації відповідно якому він вівся в мережі Інтернат та в бібліотеках. Зроблено аналіз звуку в цілому, його основні характеристики, які безпосередньо впливають на його утворення. Проаналізовано перспективи використання технології відображення звукових хвиль та переконались в їх необхідності не тільки в сфері розваг, автоматизації та комп'ютерній сфері, а також в промисловості та медицині.

2. Приведено коротку характеристику можливих методів відображення звукових хвиль та складено їх порівняльну характеристику.

3. Було описано всі технічні засоби, необхідні для реалізації дипломного проекту. Ознайомлено з компонентами які будуть необхідні нам для використання поставленого проекту, дали загальну та технічну характеристику, зрозуміли принцип дії та навчилися працювати з ними. Було використано саме мікроконтролер Arduino, так як ці програмні контролери призначені для створення різних робото–технічних проектів, навчання, конструювання різних систем мехатроніки та програмування. Також Arduino є невеликою за розмірами, що робить її дуже компактною, але при цьому має достатню кількість виходів. Перевагою є велика кількість бібліотек, прикладів програм та літератури, що дозволяє швидко опанувати роботу, не потребуючи великого досвіду у програмуванні. Адресна стручка WS2812B, яка представляє собою інтелектуальне світлодіодне джерело світла, в якому інтегровані схеми керування та RGB чіп з пакетом 5050 компонентів. Головним чином її використовують для вирішення таких завдань, з якими звичайній світлодіодним стрічці не впоратися.

4. Оглянуто програмне забезпечення яке необхідне для проектування та програмування системи відображення звукових хвиль. Було розглянуто основні можливості роботи з ними, наведено основні теоретичні відомості про дані системи. Розглянуто їх структуру, описано інтерфейс користувача, основні



функції та параметри систем, які найчастіше використовуються під час роботи, наведені відповідні приклади.

5. Розроблено прототип проекту за допомогою програми Fritzing. Fritzing призначена для розробки електронних пристроїв від прототипу у вигляді макетної плати кінцевого продукту у вигляді друкованої плати. Була створена принципова схема, з якої була побудована макетна плата. Було виконано підключення всіх компонентів та їх тестування. Проведено розрахунок використовуваної пам'яті.

6. Також було розглянуто деталі підключення адресної світлодіодної стрічки WS2812B до мікроконтролера Arduino, покроково розписано етапи підключення різних компонентів та обґрунтовано їх значення. Розглянуті бібліотеки для програмування адресної стрічки WS2812B, проведено порівняльну характеристику бібліотек на експерименті та обрано оптимальний варіант. Продемонстровано приклади використання обраної бібліотеки.

В майбутньому передбачається розширення функціоналу системи, а саме: додавання нових видів відображення. Оптимізація системи, позбавлення від великої кількості дротового підключення, встановлення мікрофону та сенсорів для керування пристроєм. Також пристосувати пристрій до використання з пультом дистанційного керування та налаштування через ПК гарячих клавіш для перемикання режимів з будь-якого становища.

Робота пройшла апробацію на Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих науковців, за результатами магістерської роботи надруковано одну публікацію.

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Рудий О. М. Система відображення звукових хвиль на базі платформи Arduino. Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих науковців 19 лютого 2019 р., м. Миколаїв: тези доп. Комп'ютерна інженерія. Чорном. Нац. Ун-т ім. Петра Могили. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2019. С. 51–52.

## АНОТАЦІЯ

### **Рудий О. М. Система відображення звукових хвиль на базі платформи Arduino.**

Магістерська робота спрямована на дослідження процесу відображення звукових хвиль в режимі реального часу, а також створення програмного продукту за цією технологією. Розглянуто та проаналізовано літературу по даній темі, розроблено схеми, робочі характеристики пристрою. Практичне значення результатів дослідження та розроблення полягає у можливості їх впровадження в практику для вивчення звукових полів складної форми для цілей дефескопії і медичної діагностики, також для відображення акустичних зображень предметів.

Пояснювальна записка магістерської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків, двох додатків та спеціального розділу з охорони праці. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження. У першому розділі досліджуються звукові хвилі та загальна характеристика звуку; перспективи відображення звукових хвиль, а також огляд схожих методів дослідження та їх порівняння. У другому розділі здійснюється розробка апаратної частини: опис використаних компонентів та їх характеристика, аналіз виконаної роботи. Третій розділ присвячений програмній реалізації відображення звукових хвиль. В ньому описані середовища розробки, які застосовуються для створення прототипу проекту з використанням об'єктно-орієнтованої мови програмування C++. Проводяться порівняння різних середовищ; підключення компонентів та збір пристрою з детальною інструкцією. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження та розробки. У додатку А наведений лістинг основного коду програми. У додатку Б – тези доповіді.

В цілому, магістерська робота без додатків містить 71 сторінку, 37 рисунків, 10 таблиць, 30 джерел посилання.

## ABSTRACT

### **Rudiy Oleksandr The system for displaying sound waves based on the Arduino platform.**

Master's work is aimed at studying the process of displaying sound waves in real time, as well as creating a software product for this technology. The literature on this topic is considered and analyzed, the schemes, working characteristics of the device are developed. The practical value of the research and development results is the possibility of their implementation into practice for studying the sound fields of a complex form for the purposes of defecopia and medical diagnostics, as well as visualization of acoustic images of objects.

The explanatory note of the master's thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions, two annexes and a special section on labor protection. The introduction determines the relevance of the topic, formulated the goal, object, subject and objectives of the study. The first section explores the sound waves and the general characteristics of the sound; prospects for visualization of sound waves, as well as a review of similar research methods and their comparison. The second section deals with the development of the hardware part: the description of the components used and their characteristics, an analysis of the work performed. The third section is devoted to the program implementation of the display of sound waves. It describes development environments that are used to create a prototype project using the object-oriented programming language C ++. Comparison of different environments is conducted; component connection and device acquisition with detailed instructions. The conclusions give an analysis of the work performed and the results of research and development. Appendix A lists the source code of the program. Appendix B – thesis report.

In general, Master's Thesis without the enclosures contains 71 pages, 37 pictures, 10 tables, 30 references.