

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

**Петрук Сергій Сергійович**

УДК 004.925.5

**ПРОГРАМНО АПАРАТНИЙ МОДУЛЬ БЕЗКОНТАКТНОГО  
ВИМІРЮВАННЯ РОЗМІРІВ ПРИМІЩЕННЯ**

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат  
бакалаврської роботи  
на здобуття кваліфікації бакалавра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2019

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

**Керівник:** **Ромакін Володимир Вікторович**  
ЧНУ ім. Петра Могили  
в.о. доцента каф. комп'ютерної інженерії

**Рецензент:** доктор пед. наук, професор  
**Мещанінов Олександр Вікторович,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
професор каф. інтелектуальних інформаційних систем

**Консультант:** **Алексєєва Анна Олександрівна,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
ст. викладач каф. екології Медичного інституту

Захист відбудеться « 24 » червня 2019 р. о 10<sup>00</sup> на засіданні  
Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-406

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

Автореферат оприлюднений « 18 » червня 2019 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Точний вимір відстані є необхідним при проектуванні або реконструкції будь-якої будівлі, прокладанні комунікацій, розрахунку кількості робочих місць

Контактні вимірювання мають відносно низьку точність та швидкість, обмеження у дальності та зручності. В окремих випадках вони практично неможливі або вимагають значних витрат фінансів та часу, наприклад, у високих приміщеннях або там, де перебування персоналу пов'язане з ризиком для життя.

З іншого боку, процес проектування в будівництві прискорюється. Етап попереднього ручного вимірювання контактними приладами є тривалим і не задовольняє проєктантів, вносить суттєві затримки у графік виконання робіт, а також додає значну ймовірність помилок. Вирішенням такої проблеми можливе за допомогою використання далекоміру.

Більшість активних далекомірів базуються на вимірі часу, що необхідний на проходження сигналу до визначеного об'єкту та назад до пристрою вимірювання. При розрахунку швидкість сигналу, що покладений в основу виміру (звук або світло) вважається відомою.

Нажаль більшість сучасних моделей далекомірів не підтримують можливість зберігання великої кількості вимірів та можливість їх передачі на сторонній пристрій. У той же час моделі що підтримують ці функції коштують у рази дорожче своїх аналогів.

**Мета:** автоматизація процесу визначення розмірів приміщень шляхом розробки програмно-апаратного модулю безконтактного вимірювання.

Для досягнення мети в бакалаврській роботі поставлені та вирішені наступні **завдання:**

– обґрунтувати вибір датчика відстані на основі аналітичного огляду сучасних моделей електронних далекомірів;

- проаналізувати апаратне забезпечення, необхідне для реалізації далекоміру та обрати технічні засоби для побудови програмно-апаратного модулю;
- визначити склад та розробити схему підключення апаратного забезпечення;
- обрати середовище розробки програмного забезпечення та засіб зберігання даних;
- розробити програмне забезпечення для апаратної частини модулю та пристрою керування;
- підтвердити працездатність модуля на макеті;
- вирішити окремі питання охорони праці.

**Об'єкт:** процес вимірювання відстані шляхом використання далекомірів.

**Предмет:** апаратне та програмне забезпечення для вимірювання розмірів приміщення.

**Використані методи:**

- порівняння (для визначення функцій існуючих аналогів та вибору оптимального апаратного забезпечення);
- моделювання (при створенні структурної та функціональної схеми апаратного забезпечення та побудови UML діаграм класів та блок-схеми алгоритму роботи програмного забезпечення).

**Практичне значення:** Практичне значення полягає в тому, що програмно-апаратний модуль може бути запровадженом для вимірювання відстані, площі та об'єму за допомогою оптичного далекоміру, передачі вимірів на сторонній пристрій та збереження в базі даних для подальшої обробки при проектуванні або реконструкції будівель.

**Структура та обсяг роботи.** Бакалаврська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 37

найменувань, 2 додатків на 11 сторінок. Основна частина роботи становить 70 сторінок, серед яких 73 рис. та 1 табл.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано загальну характеристику досліджуваної теми, обґрунтовано актуальність дипломної роботи, сформульовано мету, завдання методи дослідження, подано інформацію про апробацію, структуру та обсяг роботи.

У **першому розділі** бакалаврської роботи «**Аналітичний огляд літератури та патентної інформації далекомірів**» проведено аналіз актуальних моделей далекомірів, принципів їх роботи, основні функції. Досліджено класифікацію далекомірів, визначено два основні класи: акустичні та оптичні далекоміри.

Акустичні далекоміри базуються на вимірюванні часу відбиття звуку від перешкод. Даний тип далекоміру найбільш ефективний для виміру невеликої відстані. Нажаль даний клас має декілька значних недоліків, що значно обмежують області використання даного класу:

- наявність кількох додаткових об'єктів між пристроєм виміру та обраним об'єктом створює ехо-сигнал, що спотворює результати вимірів;
- погодні умови впливають на точність вимірювання: підвищення тиску, вологості, вітер;
- не великі за розміром об'єкти відбивають менше сигналу, що в свою чергу також впливає на точність вимірювання;
- виміряти відстань до об'єкту, що складається з звукопоглинаючих матеріалів неможливо.

Більш оптимальним є оптичний далекомір. Цей тип далекоміру дозволяє виміряти значно більшу відстань з більшою точністю ніж акустичний.

Лазерні далекоміри мають два основних методи роботи: імпульсний та фазовий. Для виміру відстані імпульсним методом використовується наступна формула:

$$L = \frac{ct}{2n} \quad (1.1)$$

де  $L$  – відстань до об'єкту;

$c$  – швидкість світла у вакуумі;

$n$  – показник заломлення світла середовищем;

$t$  – час проходження світла до цілі та назад до далекоміру.

Більш розповсюдженим методом виміру є фазовий. Фазовий метод використовує формулу (1.2) для розрахунку відстані.

$$D = \frac{c}{2f} \cdot \frac{\varphi}{2\pi} \quad (1.2)$$

де  $c$  – швидкість світла у вакуумі;

$f$  – частота модуляції лазера;

$\varphi$  – зсув фаз.

Принцип даного методу полягає у порівнянні фази лучу що надіслано та того що повертається назад до фотоприймача.

Також у розділі проведено порівняльний аналіз найбільш розповсюджених моделей далекомірів: DISTO S910, Bosch PLR 40, Stanley. Проведений аналіз дозволив виділити основні функції далекомірів: вимір відстані, розрахунок площі, об'єму кімнати, зберігання та надсилання даних на сторонні пристрої.

У другому розділі бакалаврської роботи **«Розробка апаратної частини модулю безконтактного вимірювання розміру приміщення»** досліджено апаратне забезпечення, що необхідне для створення далекоміру. Проаналізовано засоби для виміру відстані, обрано найбільш оптимальний варіант: LDB6-X6N3.

Модуль далекоміру, дозволяє вимір відстані до 50 М - LDB6-X6N3. У основу цього модулю покладено оптичний, фазовий метод виміру. Обмін даними даний датчик здійснює за допомогою інтерфейсу UART. Швидкість

виміру даних для даного датчику складає від 0.3 до 3 секунд. Перелічені характеристики роблять цей модуль оптимальним варіантом для реалізації проекту.

Реалізація функцій далекоміру підрахунку площі, об'єму та збереження даних потребує використання мікроконтролера. Плата Arduino Nano має компактний розмір та достатньо обчислювальної потужності для використання у якості модулю.

Важливою функцією для реалізації далекоміру є виведення поточних даних виміру на дисплей. Для реалізації цієї функції є декілька допустимих методів: використання дисплею на основі модулю SSD1306 та використання дисплею LCD 1602. Без використання додаткового модулю LCD 1602 вимагає наявності 6 портів GPIO. Оптимальнішим є використання дисплею LCD 1602 з додатковим модулем розширення для підключення інтерфейсу I<sup>2</sup>C, що дозволяє зменшити кількість задіяних входів/виходів GPIO.

Наступною функцією, що має бути реалізована – обмін даними між розробленим модулем та стороннім пристроєм. Для реалізації цієї функції обрано бездротовий інтерфейс Bluetooth, що реалізовано за допомогою підключення модулю Bluetooth HC-06.

Проведення процесу виміру поточних вимірів потрібно ініціювати, зробити це можливо шляхом підключення методу обробки натискання кнопки.

Обмін даними між периферійними пристроями та платою Arduino Nano відбувається за допомогою GPIO, на основі якого реалізовано інтерфейс UART. Плата Arduino Nano підтримує можливість роботи з стандартним рядом швидкостей UART: 300; 600; 1200; 2400; 4800; 9600; 19200; 38400; 57600; 115200; 230400; 460800; 921600 бод.

Обраний далекомір потребує напруги живлення 3В, що потребує наявності додаткового джерела живлення. Таким джерелом живлення може виступати понижуючий перетворювач XL6019, що дозволить використання одного і того ж джерела живлення для плати Arduino та далекоміру.

Загальна схема підключення периферійного обладнання до обраної основи модулю наведена на (рис. 1).

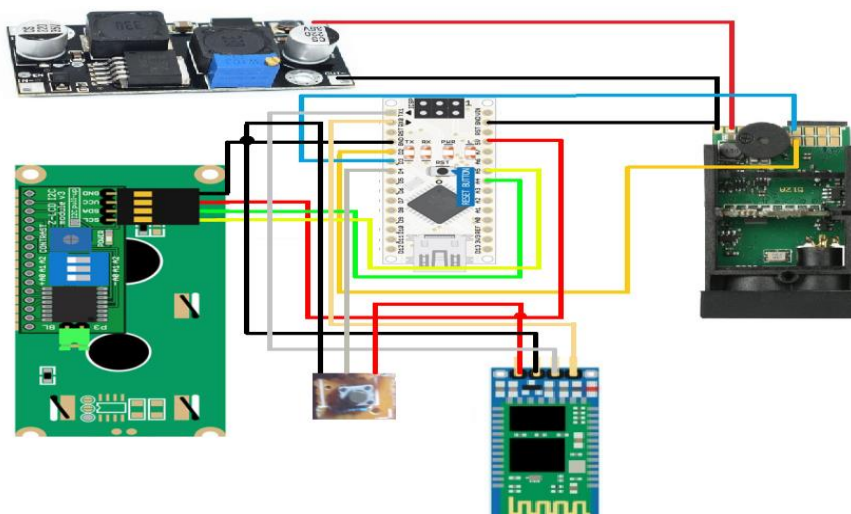


Рисунок 1 – Схема підключення периферійного обладнання.

Реалізація деяких можливостей сучасних далекомірів: підключення до CAD систем вимагає більших обчислювальних потужностей, що можливо отримати шляхом заміни основи на одно-платний комп'ютер Raspberry Pi.

Використання далекомірів не завжди відбуваються у середовищі, що не шкодить обладнанню (середовища по за приміщенням). У деяких випадках необхідний захист обладнання, наприклад BeagleBone Black RevC, що дозволяє використання захисного корпусу.

Окрім того у розділі обрано засіб керування розробленим модулем. У наш час розповсюджене керування технічними засобами через мобільні пристрої.

У третьому розділі бакалаврської роботи «**Розробка програмної частини модулю безконтактного вимірювання розмірів приміщення**» наведено опис розробки програмного забезпечення. Плати Arduino, у більшості випадків обладнані спеціалізованим завантажувачем, що дозволяє завантаження ПЗ без додаткового обладнання, але при необхідності мікроконтролери можливо використовувати та програмувати автономно. Програмування мікроконтролерів AVR (Advanced Virtual RISC) Atmega виконується за допомогою зовнішніх програматорів.



Проведено аналіз середовищ розробки для мікроконтролерів. Обрано Arduino IDE – найбільш розповсюджене середовище програмування для плат Arduino. Основною перевагою середовища є підтримка його виробником плат Arduino, що дозволяє підтримку найновіших моделей Arduino та оновлення доступних бібліотек для периферійного обладнання. Розглянуто алгоритм підключення плати Arduino до персонального комп'ютеру для завантаження програмного забезпечення: першим кроком при програмуванні плат Arduino є встановлення драйверу конвертору інтерфейсу USB-UART. Розроблено алгоритм роботи програмно-апаратного модуля (рис. 2).

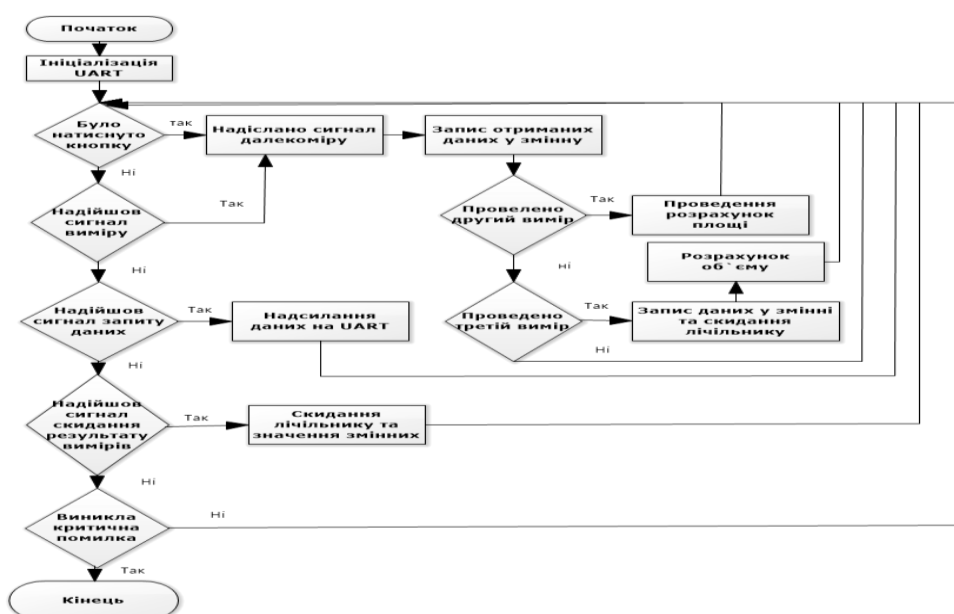


Рисунок 2 – Алгоритм роботи програмно-апаратного модулю

Реалізація підключення далекоміру до плати Arduino вимагає використання UART. Можливі два шляхи реалізації використання даного інтерфейсу: програмний за допомогою SoftwareSerial та за допомогою апаратної реалізації. Обраний модуль LDB6-X6N3 працює зі швидкістю 19200. Підключення програмної реалізації інтерфейсу UART складається з кількох етапів: ініціалізації об'єкту - `SoftwareSerial mySerial(9, 10)` та встановлення швидкості обміну даними `mySerial.begin(19200)`.

Android є найбільш розповсюдженою мобільною операційною системою. Не зважаючи на те, що Android використовує для запуску застосунків віртуальну машину Java, розробка застосунків для даної ОС вимагає наявності спеціалізованого середовища розробки.

Отже для розробки застосунку керування програмно-апаратним модулем обрано середовище: Android Studio. Розробка графічного інтерфейсу підтримується у двох основних режимах: графічному та текстовому (редагування файлу налаштувань формату XML). Зберігання вимірів зроблених програмно-апаратним модулем здійснюється застосунком який розроблено для операційної системи Android. Для зберігання даних обрано СКБД SQLite.

Застосунок для мобільної операційної системи розроблено на мові Java. Для демонстрації взаємодії компонентів у об'єктно-орієнтованих мовах використовується мова UML. Отже для демонстрації компонентів розробленого застосунку побудовано діаграму класів мовою UML (рис. 3).

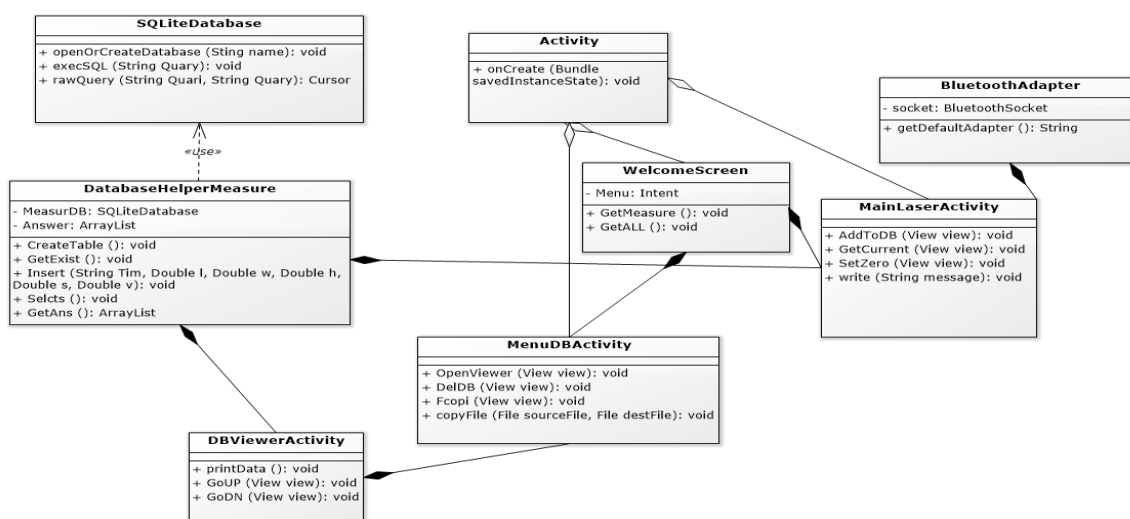


Рисунок 3 – UML діаграма класів

Додатки містять лістинг коду ПЗ для плати Arduino та для ОС Android

**Спеціальна частина «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»** присвячена проблемам впливу мікроклімату на організм людини. Мікроклімат є невід’ємною частиною робочого процесу, і в першу чергу впливає на продуктивність і стан здоров’я робітника. В розділі охорони праці

було приділено увагу обчисленням і розробці системи кондиціонування повітря, як однієї із складових збереження норм мікроклімату на робочому місці.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи:

1. На основі аналітичного огляду сучасних моделей електронних далекомірів обґрунтовано вибір датчика відстані, орано датчик відстані Hired. Основними перевагами цього модулю є відстань виміру - 50 М та похибка виміру 1мм.

2. На основі вивчення апаратного забезпечення, необхідного для реалізації далекоміру, обрані технічні засоби для побудови програмно-апаратного модулю.

3. Визначений склад та розроблена схема підключення апаратного забезпечення.

4. Обрано середовище розробки програмного забезпечення та засіб зберігання даних. Для розробки програмної частини модулю було обрано середовище розробки Arduino IDE. Основною перевагою середовища є підтримка його виробником плат Arduino, що дозволяє підтримку найновіших моделей Arduino та оновлення доступних бібліотек для периферійного обладнання. У якості розробки програмного забезпечення для ос Andorid було обрано Android Studio. Це середовище офіційно підтримується компанією Google, що в свою чергу призводить до частого оновлення та підтримки найновіших версій ОС Android, що робить середовище найбільш актуальним рішенням. Для зберігання даних обрано СКБД SQLite.

5. Розроблено програмне забезпечення для апаратної частини модулю та пристрою керування.

6. Підтверджена працездатність модуля на макеті.

7. Вирішені окремі питання охорони праці.

## АНОТАЦІЯ

**Петрук С. С.** Програмно-апаратний модуль безконтактного вимірювання розміру приміщення. – Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія на здобуття кваліфікації «фахівець з інформаційних технологій». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2019.

Бакалаврська робота присвячена розробці програмного та апаратного забезпечення для модулю безконтактного вимірювання розмірів приміщення з можливістю дистанційного керування. Практичне значення полягає в тому, що програмно-апаратний модуль може бути запровадженим для вимірювання відстані, площі та об'єму за допомогою оптичного далекоміру, передачі вимірів на сторонній пристрій та збереження в базі даних для подальшої обробки при проектуванні або реконструкції будівель.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків та двох додатків. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення бакалаврської роботи. У першому розділі досліджуються існуючі аналоги. У розділі наведено принципи роботи та класифікацію сучасних далекомірів. Проведено порівняльний аналіз сучасних далекомірів, визначено їх основні переваги та недоліки. У другому розділі проводиться аналіз апаратного забезпечення, що необхідне для побудови програмно-апаратного модулю. Проводиться розробка апаратної частини програмно-апаратного модулю, розглядаються характеристики використаних компонентів та проводиться детальний опис принципів функціонування окремих частин схеми. Третій розділ присвячено розробці програмного забезпечення. Розглянуто середовища, що підтримують можливість розробки для мікроконтролерів ATMEGA, обрано найбільш оптимальний варіант – середовище Arduino IDE. Проаналізовано засоби розробки програмного забезпечення для операційної системи Android, на основі проведеного аналізу обрано сховище даних – систему керування базою даних SQLite. Розроблене програмне забезпечення

для підключення до розробленого апаратного забезпечення та зберігання даних. У додатку А наведений лістинг застосунку для плати Arduino. У додатку Б наведений лістинг застосунку для ОС Android

В цілому, бакалаврська робота без додатків містить 70 сторінки, 73 рисунка, 1 таблицю, 37 джерел посилання.

Ключові слова: далекоміри, імпульсний метод виміру відстані, ATMEGA, SQLite, Arduino, Android.

## ABSTRACT

**Petruk S.** Software-hardware module for contactless measurement of the size of the room. – Bachelor's thesis in specialty 123 Computer Engineering. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2019.

The Bachelor's Thesis is devoted to the development of software and hardware for a room dimension measurement module with the remote control. The practical significance is that the hardware and software module can be implemented to measure distance, area and volume using an optical range finder, transmitting measurements to a third-party device and storing it in the database for further processing in the design or reconstruction of buildings.

The professional section includes of introduction, three chapters, conclusions and two appendices. The introduction determines the relevance of the topic and provides a brief overview of the aim, object, subject. Research and design tasks are presented too. The first section of the thesis is devoted to the study of existing analogues. The section contains the principles of work and the classification of modern range finders. A comparative analysis of modern range finders was conducted, their main advantages and disadvantages were determined. The second section of the thesis examines the hardware that is needed to build a software-hardware module for contactless measurement of the size of the room. The analysis of the hardware components that can act as the basis of the module is carried out. The hardware for measuring distance is investigated, an optical rangefinder is chosen that can measure up to 50 meters. The means of graphic display of information for

connection to the chosen basis of the module are considered. Also, the section provides hardware analysis that is required to provide a wireless interface connection. A scheme for connecting selected peripheral equipment to the Arduino board has been developed. The third section is devoted to the development of software. The environment that supports the development of ATMEGA microcontrollers is considered. The best option is Arduino IDE. Some Android operating system software development tools are analysed. As a database management system, SQLite is chosen. A software for connecting to the developed hardware and data storage is developed. Appendix A shows the application code for the Arduino board. Appendix B shows the application code for the Android operating system.

In general, bachelor's thesis without the enclosures contains 70 pages, 73 pictures, 1 tables, 37 references.

Key words: Rangefinder, impulse measurement method of distance, ATMEGA, SQLite, Arduino, Android.