

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

**АБРАМЧУК АНДРІЙ ІВАНОВИЧ, МАТУСІВ АНДРІЙ МИХАЙЛОВИЧ**

УДК – 621.317.752

**ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ BLUETOOTH  
ОСЦИЛОГРАФА**

152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

**Автореферат**  
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2018

Роботу виконано на кафедрі приладів і контрольно-вимірювальних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** Кандидат технічних наук, доцент **Чайковський Андрій Вікторович**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри електричної інженерії  
**Костик Любов Миколаївна**, Тернопільський  
національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2018 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №23 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28 навчальний корпус №9, ауд. 302.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Стрімкий розвиток мікроелектроніки дозволив створювати мініатюрні високо інтегровані системи. Розташовуючись на одній друкованій платі, така система може виконувати різні функції: від виміру до генерації тестового сигналу. Найбільш поширеним вимірювальним приладом такого типу є осцилограф. Такий осцилограф не тільки відображає досліджуваний сигнал, але і здатний проводити його аналіз, розраховувати спектр, зберігати результат вимірювання в зручній для подальшої обробки формі.

Найчастіше матеріальним носієм інформації є електричний сигнал, що уніфікує будь-які види вимірювань. Тобто значення будь-якої величини що вимірюється, наприклад, температури, тиску, переміщення, зусилля на його виході перетворюється в параметр електричного сигналу (амплітуду, фазу, частоту). Отже в підсумку будь-яке вимірювання зводиться до вимірювання параметрів цього електричного сигналу. Подальше опрацювання вимірюваних значень до перетворення аналогового електричного сигналу в цифровий, який можна зберігати нескінченно довго, накопичувати його, здійснювати над ним цифрову обробку, аналізувати, робити непрямі вимірювання і візуалізувати.

Багато сучасних вимірювальних приладів оснащені інтерфейсом Bluetooth, що спрощує процес обміну даними між ними та комп'ютерами. Дані можна отримувати, відстежувати і аналізувати в режимі реального часу. Так, наприклад, може працювати даний осцилограф, який підключений до операційної системи Windows або Android. Електричні вимірювання можуть відбуватися в режимі реального часу, триваючи по кілька годин, за допомогою персонального комп'ютера або мобільного телефону.

Перевагами бездротового зв'язку вимірювального приладу з комп'ютерами є:

- завадостійке з'єднання;
- зручність при користуванні завдяки відсутності проводів;
- безпеку при експлуатації;
- можливість проведення вимірювань і передачі даних на комп'ютер на відстані до 60 метрів;
- можливість організувати зняття та передачу даних з обертових і рухомих об'єктів.

Bluetooth є досить апробованим і надійним інтерфейсом що добре себе зарекомендував себе який дозволив прискорити передачу даних на комп'ютери з не досить швидких приладів.

Ще одним не мало важливим пунктом, в актуальності даного типу обміну даними – це економічність з точки зору енергоспоживання, та дешевий радіозв'язок через даний інтерфейс.

**Мета роботи:** на основі огляду існуючих розробок осцилографів, спроектувати та реалізувати цифровий Bluetooth осцилограф у вигляді щупа, який здатний взаємодіяти з персональним комп'ютером (ПК), смартфоном, планшетом та іншими пристроями що підтримують з'єднання через Bluetooth; розробити та реалізувати компактний та ергономічний корпус для осцилографа;

модифікувати програмне забезпечення.

**Об'єкт дослідження:** Bluetooth осцилограф.

**Предмет дослідження** – моделі, методи та засоби побудови електричних схем осцилографів на базі бездротової мережевої технології Bluetooth.

**Методи дослідження:** методи імітаційного моделювання електричних схем, методи обробки сигналів, (імпульсний, синусоїдальний, експоненціальний, випадковий, нелінійний), методи ергономічного проектування.

**Наукова новизна отриманих результатів:**

– В низькозатратний спосіб реалізовано модель Bluetooth осцилографа призначеного для спрощення процесу обміну даними між безпосереднім вимірюванням значення фізичної величини та її комп'ютерним опрацюванням;

– Розроблено ергономічний варіант корпусу, що покращує використання спроектованого приладу в робочих умовах;

– Проведено імітаційне моделювання принципової електричної схеми приладу для оцінки його часових та частотних характеристик, а також чутливості до температури та чутливості вихідного сигналу до відхилень значення елементів схеми від номінальних.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Реалізовано в низькозатратний спосіб цифровий Bluetooth осцилограф у вигляді щупа з компактним та ергономічним корпусом; Розроблений додаток для Android пристроїв.

**Апробація.** Результати роботи доповідались на III Міжнародній науково-технічній конференції 8-9 червня 2017 року.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 6 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 140 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** подано загальну характеристику досліджуваної теми, обґрунтовано актуальність дипломної роботи, сформульовано мету, завдання досліджень, відзначено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів.

**В розділі 1** – Проведено пошук моделей – аналогів Bluetooth осцилографа та їх аналіз. На основі огляду літератури з даного питання проведено класифікацію існуючих Bluetooth осцилографів, виявлено їх основні робочі характеристики. Досліджено методи побудови та принципи роботи безпроводної мережі Bluetooth. Розглянуто детальний опис конструкції проектного осцилографа, зокрема специфіка розробленого корпусу, та безпосередньо принцип роботи електричної схеми приладу.

**В розділі 2** – Досліджено електричну принципову схему аналогової частини, моделі Bluetooth осцилографа засобами програмного забезпечення в системі Micro-Cap;

На основі частотного аналізу встановлено:

- Діапазон робочих частот;
- Рівень затухання вихідного сигналу, результати дослідження у вигляді АЧХ та ФЧХ графіків;
- Досліджено вплив варіації основних параметрів схеми на частотні характеристики.

Проведено аналіз схеми в часовій області:

- Особливості перехідних процесів для сигналів різної форми (гармонічних, П-подібних, трикутних імпульсів, випадкових сигналів, сигналів довільної форми, з різним частотним спектром).

- Вплив варіації параметрів основних елементів схеми на перехідні процеси.

- Знаходження коефіцієнтів чутливості вихідного сигналу до відхилень значення елементів схеми від номінальних.

- Вплив температурних показників на параметри схеми.

**В розділі 3** – Розроблена функціональна схема приладу, та описано принцип її роботи, винесені вимоги та способи реалізації заданих функцій. Розроблена електрична принципова схема приладу, зокрема проведено огляд усіх вузлів що використовуються на схемі, а саме (аналоговий зовнішній інтерфейс, вибір та схема підключення мікроконтролера, вибір та схема підключення Bluetooth модуля, опис схеми заряду акумулятора). Розроблена блок-схема, та алгоритм роботи. Розроблено програму візуалізації та аналізу даних на Android пристрої;

**В розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** розглянуто питання організації виробництва і проведено розрахунки техніко-економічної ефективності проектних рішень.

**В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** – Розглянуто завдання страхування від нещасного випадку (принципи та види страхування). Встановлення зв'язку нещасного випадку з виробництвом. Що таке соціальне партнерство (соціальний діалог) в охороні праці. Також розглянуто питання підвищення стійкості роботи підприємства електротехнічної роботи в умовах надзвичайних ситуацій.

**В розділі «Екологія»** – Проаналізовано питання екологічно небезпечних галузей в Україні, та вплив негативних екологічних факторів на людину.

## **ВИСНОВКИ**

В даній роботі було розроблено мобільний, універсальний, з невисокою собівартістю Bluetooth осцилограф на основі мікроконтролера (МК) STM32F103R8T6 та Bluetooth модуля на МК CC2541 для обробки сигналів радіотехнічних приладів який буде виконувати функцію вимірювання величин сигналу, подальшу його обробку та передачу бездротовим шляхом в пристрої для відображення, такі як: персональний комп'ютер (ПК), смартфон, планшет і т.д.

Не мало важливим фактором є розроблений та реалізований ергономічний варіант корпусу, що покращує використання спроектованого приладу в робочих умовах;

Прилад працює в широкому спектрі радіотехнічних сигналів, в т.ч.– аналоговими та цифровими сигналами. Розроблений Bluetooth осцилограф можна використовувати для налагоджування електронних приладів широкого спектру використання.

За допомогою математичних методів дослідження, отримано результати які показують що аналогова частина Bluetooth осцилографа дозволяє адекватно передавати сигнали на АЦП в частотному діапазоні від 10 Гц до 1 мГц. Коефіцієнт підсилення (послаблення) вхідного сигналу можна змінювати, змінюючи співвідношення опорів R1 R2. Вплив температури в межах (-30:+30°C) незначний і його можна не враховувати. Відхилення основних параметрів схеми від номінальних значень в межах класу точності не суттєво впливають на вихідний сигнал. Шумові впливи, що знаходяться у верхній частині спектру частково подавляються аналоговим блоком.

Розроблено допоміжне програмне забезпечення з використанням пакетів САПР, зокрема програма візуалізації та аналізу даних на Android пристрої.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

Абрамчук Андрій «S-МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОГЕНЕРАТОРА НА ПОЛЬОВОМУ ТРАНЗИСТОРІ», Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції. «ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РАДІОТЕХНІКИ І ПРИЛАДОБУДУВАННЯ», 8-9 червня 2017 року / Тернопіль 2017

Матусів Андрій «S-МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОВЕДІНКИ СТАЦІОНАРНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ТРЕТЬОГО ПОРЯДКУ ВІД ЗМІНИ ВНУТРІШНІХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ТА ПОЧАТКОВИХ УМОВ», Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції. «ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РАДІОТЕХНІКИ І ПРИЛАДОБУДУВАННЯ», 8-9 червня 2017 року / Тернопіль 2017

## **АНОТАЦІЯ**

**Абрамчук А.І., Матусів А.М. Інформаційне забезпечення Bluetooth осцилографа.**

Дипломна робота магістра. 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль 2018.

Дипломна робота магістра присвячена розробці мобільного, універсального Bluetooth осцилографа на основі мікроконтролера STM32F103R8T6 для обробки сигналів радіотехнічних приладів який буде виконувати функцію вимірювання величин сигналу, подальшу його обробку та передачу бездротовим шляхом через Bluetooth інтерфейс в пристрої для відображення, такі як: персональний комп'ютер (ПК), смартфони, планшети і т.д.

Прилад працює в широкому спектрі радіотехнічних сигналів, в т.ч.– аналоговими та цифровими сигналами. Розроблений Bluetooth осцилограф можна використовувати для налагоджування електронних приладів широкого спектру використання.

Розроблено допоміжне програмне забезпечення з використанням пакетів САПР, зокрема програма візуалізації та аналізу даних на Android пристрої.

Проведено літературний огляд осцилографів, їх класифікацію, основні робочі характеристики. Досліджено методи побудови та принципи роботи безпроводної мережі Bluetooth.

Проведено детальний опис конструкції спроектованого корпусу для осцилографа та безпосередньо принцип роботи електричної схеми приладу.

Досліджено електричну принципову схему аналогової частини, моделі осцилографа у програмі Micro-Cap. Проведено аналіз схеми в часовій області, та на основі частотного аналізу.

Розроблена функціональна схема приладу, та описано принцип її роботи, електрична принципова схема, зокрема проведено огляд усіх вузлів що використовуються на схемі, а саме їхні технічні характеристики та особливості підключення. Розроблена блок-схема, та алгоритм роботи вимірювання.

**Ключові слова:** РАДІОТЕХНІЧНИЙ СИГНАЛ, БЕЗПРОВІДНА МЕРЕЖА BLUETOOTH, ОСЦИЛОГРАФ.

## ANNOTATION

Abramchuk A.I, Matusiv A.M Information support for the Bluetooth oscilloscope.

Thesis Master's Degree. 152 - Metrology and information-measuring technique. Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj, Ternopil 2018.

Thesis Master's Degree is devoted to the development of a mobile, universal Bluetooth oscilloscope based on the microcontroller STM32F103R8T6 for processing signals of radio devices that will perform the function of measuring the values of the signal, its further processing and wireless transmission through the Bluetooth interface in the display device, such as: personal computer (PCs), smartphones, tablets, etc.

The device works in a wide spectrum of radio technics signals, including - analog and digital signals. The developed Bluetooth oscilloscope can be used for debugging electronic devices of a wide range of use.

Is developed auxiliary software with the use of CAD packages, in particular the program for visualization and analysis of data on the Android device.

The literar review of oscilloscopes, their classification, the main operating characteristics was conducted. The methods of construction and principles of the wireless network of Bluetooth are investigated.

A detailed description of the design of the designed housing for the oscilloscope and the principle of operation of the electrical circuit of the device is carried out.

The principle electrical diagram of the analog part, oscilloscope models in the Micro-Cap program was investigated. A detailed The analysis of the scheme in the time domain, and on the basis of the frequency analysis.

The functional diagram of the device is developed, and the principle of its operation, the electric principle scheme, and the review of all the nodes used in the scheme, namely, their technical characteristics and connection features are described.

The block diagram is developed, and the algorithm of measurement work.

**Keywords:** RADIO TECHNICAL SIGNAL, BLUETOOTH WIRELESS NETWORK, OSCILLOGRAPH.