

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ПРОГРАМНОЇ  
ІНЖЕНЕРІЇ

**ДЕПУТАТ ВОЛОДИМИР МИХАЙЛОВИЧ**

УДК 681.518.5

**МЕРЕЖА СМАРТ-ДАВАЧІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ZIGBEE  
ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У РОЗУМНИХ СИСТЕМАХ  
ПРОТИПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ**

123 «Комп'ютерна інженерія»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль - 2018

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри приладів і контрольно-вимірювальних систем  
**Паламар Михайло Іванович**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** завідувач кафедри, доцент, кандидат.  
фізико - математичних наук  
**Скоренький Юрій Любомирович**, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 20 лютого 2018 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №34 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 603

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Забезпечення ефективної пожежної безпеки об'єктів і територій потребує вирішення цілого комплексу завдань, пов'язаних як із участю людини, так і з наявністю різних систем пожежної безпеки: сигналізацій, засобів пожежогасіння тощо. Останнім часом на ринку надання послуг протипожежного захисту запропоновано велику кількість рішень, що істотно відрізняються як апаратним та програмним забезпеченням, так і пов'язаними з цим функціональними можливостями комплексів, а, відповідно, і вартістю.

Для передачі інформації в більшості системах використовують різні канали і технології передачі даних, як провідні (з використанням стандартів HPNA, CEBus, EIB тощо), так і канали радіозв'язку (з використанням протоколів WAP, GPRS, EDGE тощо).

В якості бездротової технології найчастіше застосовують технологію GSM. Для передачі сигнальної інформації застосовують SMS та GPRS сервіси. Проте такі сервіси не мають пріоритету у передачі даних (найвищий пріоритет у голосовому каналі CSD), а отже, при великому навантаженні мережі можлива затримка передачі або втрата оперативної сигнальної інформації, що є недопустимим у пожежних і охоронних системах. Противагу GSM технології складає персональна технологія ZigBee.

Проте при розробці та побудові бездротових комп'ютерних систем пожежних сигналізацій на базі нових технологій бездротової передачі даних виникає низка важливих науково-технічних питань, які потребують вирішення таких як: визначення оптимального розміщення первинних перетворювачів в мережі, вибір типу бездротової технології передачі даних, забезпечення завадостійкості, гарантований зв'язок між передавачами мережі для надійної передачі інформації, довготривала автономна робота компонентів системи тощо. Отже розробка нових методів моделей та компонентів комп'ютерних систем для підвищення ефективності роботи пожежних сигналізацій на базі бездротових технологій є вельми актуальною.

**Мета роботи:** підвищення ефективності функціонування технічних засобів пожежних сигналізацій шляхом вдосконалення бездротових комп'ютерних мережевих систем сигналізацій за рахунок розроблення нових моделей, методів та технічних засобів таких систем на базі технології ZigBee.

**Об'єкт дослідження:** технології проектування мереж інтелектуальних сенсорів ZigBee та алгоритмічного апаратно орієнтованого програмного забезпечення.

**Предмет дослідження** - моделі, методи та засоби побудови комп'ютерних систем пожежних сигналізацій на базі бездротових мережевих технологій.

**Методи дослідження:** аналітичний, економіко-статистичний, теоретико-емпіричний.

**Наукова новизна отриманих результатів:**

– На основі аналізу методів побудови безпроводних мереж на базі технології ZigBee запропонована модель та спосіб синтезу сенсорної мережі для використання у протипожежній системі, що дає змогу автоматизувати проектування мереж без додаткових апаратних затрат (макетування);

– удосконалено методи розрахунку поширення сигналу смарт сенсорів, що дає змогу прогнозувати та оцінювати відмовостійкість у різних середовищах використання.

– Проведено дослідження методів конфігурування програмного стеку мережі ZIGBEE на основі чого розроблено програму оптимальної конфігурації смарт давачів для виводу інформації на центральний вузол системи.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Розроблено програмну конфігурацію системи пожежної безпеки з використанням бездротових пристроїв, у які апробовано деякі з досліджуваних теоретичних положень дипломної роботи магістра.

**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 – 126 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** розглянута актуальність використання мережі ZigBee як системи протипожежної безпеки.

**В розділі 1** розглянуто протоколи передачі інформації у мережі Zigbee IEEE 802.15.4, проаналізовано особливості WPAN мереж а також досліджено методи побудови та принципи роботи безпроводної мережі.

**В розділі 2** Досліджено блок схему смарт датчика пожежі. Сконфігуровано мережу ZigBee на монові модуля ETRX357 за допомогою розробленого програмного модуля автоматичної конфігурація та розгортки локальної мережі датчиків. Організовано обробку та вивід у термінал даних на контрольний комп'ютер. Розглянуто приклад організації досліджуваної мережі WPAN у відкритому середовищі на великих лісних площах.

**В розділі 3** Проведено розрахункове дослідження зони дальності сигналу та впливу електромагнітного випромінювання близького по частоті на передачу даних в приміщенні. Також проаналізовано відмовостійкість мережі ZigBee за допомогою моделі розрахунку вільного простору та моделі затінення. За допомогою розрахунків визначено рівень затухання і відношення сигнал-шум при передачі даних.

**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 питання безпеки проведення дослідження безпроводної мережі з використанням спеціалізованого обладнання. Також розглянуто питання електро безпеки користувачів персональний комп'ютерів.

**В розділі «Екологія»** проаналізовано питання отримання енергії за рахунок альтернативних джерел також розглянуто питання статистики екологічних та природніх чинників.

## ВИСНОВКИ

Проведено аналіз методів та технічних засобів застосування безпроводних мереж смарт-давачів на основі технології ZigBee. Детально проаналізовано стек протоколів WPAN мереж.

Досліджено способи реалізації протипожежних систем на основі інтеграції безпроводних сенсорних модулів ETRX357. Розроблено програмний продукт для конфігурації та організації збору інформації з давачів.

За допомогою математичних методів розрахунку отримано модель поширення сигналу у різних середовищах передачі даних а також досліджено завадостійкість роботи системи при впливі близьких по частоті електромагнітних випромінювань.

В роботі обґрунтовано актуальність застосування технології ZigBee у протипожежних системах для побутових, виробничих приміщень, а також для моніторингу великих територіально розподілених об'єктів. Дана технологія дасть змогу здешевити та спростити технічні засоби і системи протипожежної безпеки та підвищити оперативність реагування на небезпеку.

## АНОТАЦІЯ

**Депутат В.М. Мережа. Мережа смарт-давачів на основі технології ZigBee для використання у розумних системах протипожежної безпеки.**

Дипломна робота магістра. 123 – «Комп'ютерна інженерія». Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль 2018.

Дипломна робота магістра присвячена актуальним питанням підвищення ефективності, оптимізації та застосування інформаційно-вимірювальних систем, орієнтованих на різні предметні області, зокрема, розробці нових моделей, методів та компонентів для смарт систем пожежних сигналізацій на базі безпроводних технологій.

В даній роботі розроблено методи організації топологій пожежних сигналізацій із застосуванням безпроводної технології передачі даних ZigBee. Удосконалено метод визначення граничних відстаней між компонентами безпроводної мережі на основі застосування багатопроменевої моделі та моделі затінення за рахунок розробки методу перебору багатопроменевих моделей із наближенням різниці потужностей сигналів до заданого значення. Запропоновано та досліджено схемофункціональне моделювання безпроводної протипожежної системи. Розроблено програмне забезпечення, яке реалізує конфігурацію безпроводних вузлів ZigBee та збір інформації від них.

**Ключові слова:** БЕЗПРОВІДНА МЕРЕЖА ZIGBEE, ПРОТИПОЖЕЖНА СИСТЕМА, СМАРТ СЕНСОРИ, МОДЕЛЬ ЗАТІНЕННЯ, ДВОПОМЕНЕВА МОДЕЛЬ, ZIGBEE МОДУЛЬ, ETRX357, ПРОГРАМНИЙ ПРОДУКТ, ТОПОЛОГІЯ.

## ANNOTATION

Deputat W.M. Chain. ZigBee-based network of smart-sensors for fire safety smart systems.

Graduate work of the masters. 123 – «Computer Engineering». Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj, Ternopil 2018.

The Magisters thesis is devoted to the actual issues of improving the efficiency, optimization and application of information and measurement systems focused on various subject areas, in particular, the development of new models, methods and components for fire alarm systems on the basis of wireless technologies.

In this paper, methods of organization of topologies of fire alarm systems with the use of ZigBee wireless data transmission technology are developed. The method of determining the boundary distances between components of a wireless network based on the application of a multi-beam model and a shading model due to the development of a method for copying multi-beam models with the approach of the difference of signal power capacities to a given value has been improved. A schematic-functional simulation of a wireless fire-prevention system is proposed and investigated. Software was developed that implements the configuration of ZigBee wireless nodes and collects information from them.

**Keywords:** ZIGBEE NETWORK NETWORK, FIRE EXTERNAL ISISMETE, SMART SENSORS, SUSPENSION MODEL, DUAL MODEL, ZIGBEE MODULE, ETRX357, SOFTWARE, TOPOLOGY.