

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

**БІЛИЙ ОЛЕКСАНДР РОСТИСЛАВОВИЧ**

УДК 004.925.5

**МОБІЛЬНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ТЕПЛОВИТОКУ КРИЗЬ**  
**ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ СПОРУД**

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:** кандидат технічних наук, доцент  
**Журавська Ірина Миколаївна,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
доцент кафедри комп'ютерної інженерії

**Рецензент:** канд. фіз.-мат. наук  
**Кулаковська Інесса Василівна,**  
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 «26» 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 «25» лютого 2019 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми виявлення та зниження тепловтрат через елементи конструкції обумовлена необхідністю жорсткої економії енергоресурсів. Зросли вимоги щодо точності прогнозування теплового і вологісного стану огорожувальних конструкцій на стадії їх проектування, тому підвищення теплозахисту будівель і споруд є найбільш ефективним шляхом економії паливно-енергетичних ресурсів. Це досягається утепленням стін теплоізоляційними матеріалами, які повинні захищатися від зовнішніх впливів захисно-декоративним шаром, здатним при необхідності зберегти або поліпшити архітектурно-художній вигляд будинку або приміщення.

**Мета та завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та розробка методів та засобів пошуку місць тепловитоків крізь елементи конструкції будинків.

Для досягнення даної мети в магістерській роботі поставлені та вирішені наступні завдання:

**Завдання:**

- проаналізувати існуючий стан теплоенергетики в Україні та державну політику стимуляції енергоефективності;
- розглянути принципи теплозахисту та способи розрахунку тепловтрат;
- розробити апаратно-програмну систему для моніторингу, передачі та обробки даних щодо тепловитоків мобільним пристроєм;
- розробити програмне забезпечення (ПЗ) для візуалізації місць тепловитоків елементів конструкцій будівель.

**Об'єкт:** процес реєстрації та візуалізації тепловитоків крізь елементи конструкції.

**Предмет:** засоби тепломоніторингу, підключені до мобільного пристрою.

**Використані методи:** метод оцінки втрат теплоти, що визначаються на підставі теплового балансу приміщення, метод апаратних безконтактних вимірювань температури на основі безпосередньої оцінки, метод бездротової передачі інформації.

Магістерська робота виконувалась у відповідності до завдань науково-дослідної роботи Чорноморського національного університету (ЧНУ) ім. Петра Могили «Розроблення бездротових енергонезалежних інформаційно-вимірювальних мереж критичного застосування військово-цивільного призначення» (№ держ. реєстрації 0117U000447, 2017–2018 рр., наук. керівник Мусієнко М. П.).

**Практичне значення одержаних результатів:** розроблений програмний застосунок має можливість подальшого використання в забезпеченні своєчасного виявлення тепловитоків будинків для їх подальшого енергоефективного утеплення, не прибігаючи до дорогих ринкових аналогів.

В майбутньому планується розширити функції розробленої системи визначенням максимального коефіцієнту тепловтрат з метою вироблення рекомендацій щодо способів утеплення.

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

– X Міжнародної науково-практичної конференції «Free and Open Source Software» (FOSS 2018) у Харківському національному університеті будівництва та архітектури (Харків, 20–22 листопада 2018 р.).

**Публікації.** Основні положення та результати магістерської роботи опубліковані у збірнику матеріалів міжнародної науково-практичної конференції [1].

**Структура та обсяг роботи.** Магістерська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з \_\_\_ найменувань, 2 додатків на \_\_\_\_ сторінках, спеціальної частини з охорони праці. Основна частина роботи становить \_\_\_ сторінок, серед яких \_\_\_ рис. та \_\_\_ табл.

## 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 визначення місць тепловитоків крізь елементи конструкції будівель набуває своєї актуальності разом з поширенням мобільних пристроїв, які, з одного боку, не мають високої обчислювальної здатності, а з іншого – є платформою для впровадження нових інформаційно-вимірювальних систем.

У **першому розділі** магістерської роботи **«Аналітичний огляд теплоенергетики та опалення в Україні»** дано обґрунтування вибору теми дипломної роботи. Задача пошуку ефективних методів виявлення тепловтрат стає дедалі популярнішою з поширенням мобільних пристроїв, які, не маючи високої обчислювальної здатності, є зручною та широко поширеною платформою для проведення розрахунків. Розглянуті основні питання даної предметної області.

У **другому розділі** магістерської роботи **«Методи визначення тепловтрат житлових будинків»** розглянуто основні підходи до забезпечення утеплення для стін житлових та промислових приміщень, в залежності від поставлених завдань. Визначено основні формули для розрахунку тепловтрат для вироблення рекомендацій з утеплення. Досліджено методи проведення термографічного обстеження елементів конструкцій будівель, проведено аналіз та вибір устаткування для досліджень. Вирішено використовувати для розробки мобільної системи виявлення тепловитоків крізь елементи конструкції житлових та промислових споруд Smart-метеостанцію фірми La Crosse MA10006-BLA з мобільним шлюзом MA10000 та електронним бездротовим датчиком температури TX29DTH-IT+.

В третьому розділі магістерської роботи «Апаратно-програмна система для моніторингу, передачі та обробки даних щодо тепловитокую мобільним пристроєм» розроблено функціональну схему мобільної системи виявлення тепловитокую крізь елементи конструкції житлового будинку (рис. 1).

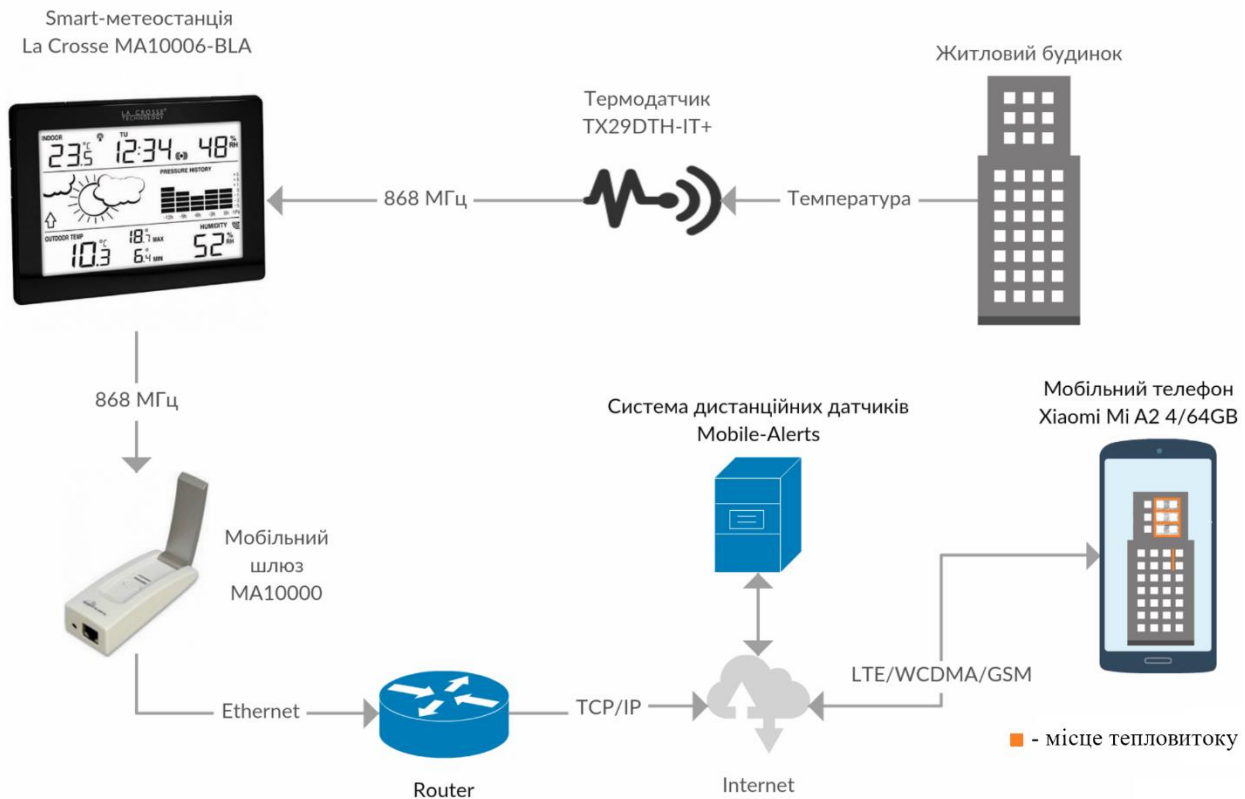


Рисунок 1 – Функціональна схема мобільної системи виявлення тепловитокую

В розробленій мобільній системі передбачено підключення до 50 бездротових датчиків на відстані до 100 м через хмарний сервер Mobile Alerts. Зовнішні бездротові датчики передають інформацію на Smart-метеостанцію за допомогою технології IT + (Instant Transmission Technology) за частоти 868 МГц.

До складу апаратно-програмного комплексу включений смартфон з ОС Android версією не нижче 3.2.

Тестування системи проводилась з використанням мобільного телефону Xiaomi Mi A2 4/64GB.

Для підйому датчиків на зазначену висоту запропоновано використовувати БПЛА DJI Phantom 4 (рис. 2).

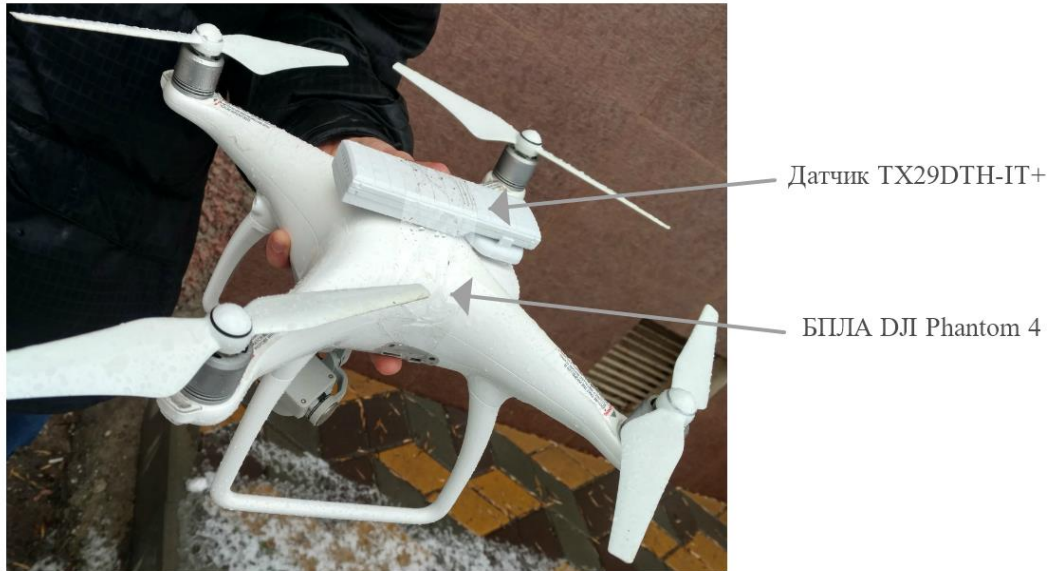


Рисунок 2 – Датчик TX29DTH-IT+, змонтований на БПЛА

Розроблено програмне забезпечення для визначення місць тепловитоків елементів конструкцій будівель (рис. 3).

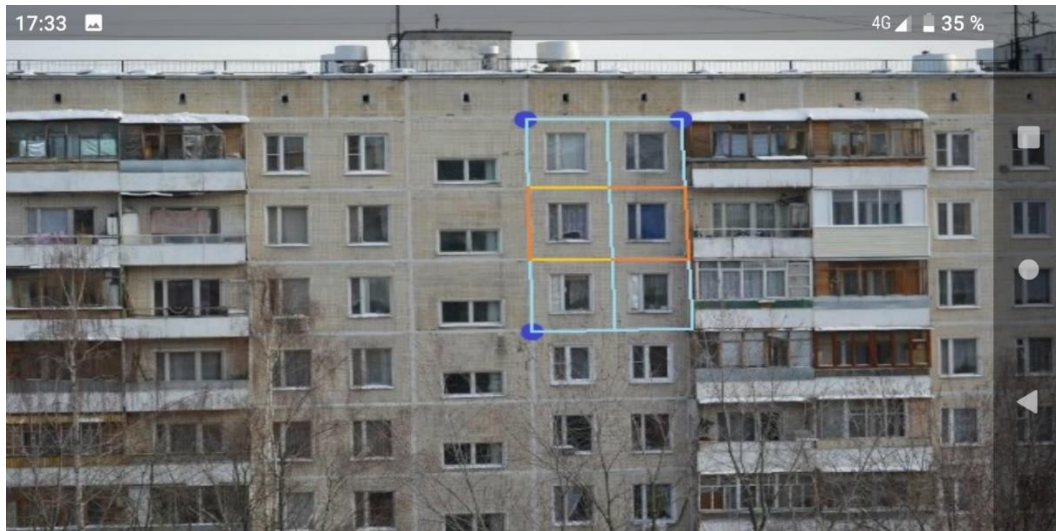


Рисунок 3 – Стан застосунку після накладення температурних даних на побудовану сітку

Тестування системи проводилось з використанням мобільного телефону Xiaomi Mi A2 4/64GB з ОС Android 9.0.

У спеціальній частині «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» проведений аналіз факторів виробничого середовища у приміщенні на підприємстві ФОП «ГАПЧУК А. О.», 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 «ГАПЧУК А. О.» є оптимальними.

Додатки містять лістинг коду програмного забезпечення мобільної системи виявлення місць тепловитоків елементів конструкцій будівель та матеріали апробації магістерської роботи.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи:

1. За результатами аналізу стану теплоенергетики в Україні та політики, що проводить держава, визначено, що для своєчасного виявлення тепловитоків у будівельних конструкціях необхідно розробляти новітні автоматизовані системи на базі мобільних пристроїв або інших рухомих засобів моніторингу температури будівель.

2. Досліджені принципи теплозахисту та методи їх розрахунку;

3. Розроблена апаратно-програмна система для моніторингу, передачі та обробки даних мобільним пристроєм щодо тепловитоків через елементи конструкції будівель. Для розробки програмного забезпечення використано інтегроване середовище Unity 2018.3.0, програмний продукт створювався під платформу Android 9 на мові програмування C#.

4. У спеціальній частині з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях проаналізовано створення економічних та суспільно-політичних умов для підвищення соціального статусу наукової та технічної інтелігенції. Виконано аналіз освітлення та мікрокліматичних умов на робочому місці, управління цивільним захистом на підприємстві у разі виникнення пожежі.



Практична значимість даної роботи полягає в тому, що розроблений програмний застосунок має можливість подальшого використання в забезпеченні своєчасного виявлення тепловитоків будинків для їх подальшого енергоефективного утеплення, не прибігаючи до дорогих ринкових аналогів. Робота пройшла апробацію на міжнародній науково-технічній конференції, за результатами надрукована одна публікація.

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Білий О. Р., Гапчук А. О., Журавська І. М. Побудування теплових карт для виявлення теплових втрат житлових та промислових споруд. *Free and Open Source Software (FOSS-2018)* : тези доп. X Міжнар. наук.-практ. конф. / Харків. нац. ун-т будівництва та архітектури, Харків, 20–22 листопада 2018 р. Харків : Вид во ХНУБА, 2018. С. 59.

## АНОТАЦІЯ

**Білий О. Р. Мобільна система виявлення тепловитоків крізь елементи конструкції житлових та промислових споруд.**

Магістерська робота присвячена вирішенню проблеми пошуку та надання рекомендацій щодо усунення тепловитоків крізь елементи конструкції житлових та промислових споруд.

Мета роботи – дослідження та розробка методів та засобів пошуку місць тепловитоків крізь елементи конструкції будинків.

Об'єкт – процес реєстрації та візуалізації тепловитоків крізь елементи конструкції будівлі.

Предмет – засоби тепломоніторингу, підключені до мобільного пристрою.

Дипломна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, 2 додатків та спеціальної частини з охорони праці.

У вступі визначається актуальність теми, наведені задачі, які заплановано вирішити для досягнення поставленої мети.

У першому розділі проводиться аналіз сучасного стану теплоенергетики в Україні.

У другому розділі описано методи розрахунку тепловтрат в житлових і громадських будинках крізь елементи конструкції, обґрунтований вибір необхідних комплектуючих для розробки системи моніторингу, передачі та обробки даних щодо тепловиток мобільним пристроєм.

У третьому розділі розглядається апаратна частина, побудована функціональна схема мобільної системи, а також описаний процес зборки, налаштування та тестування програмного забезпечення зазначеної мобільної системи.

У висновках наводяться підсумки проведеної роботи та основні переваги розробленої системи перед аналогами.

В спеціальній частині «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» розглянуто створення економічних та суспільно-політичних умов для підвищення соціального статусу наукової та технічної інтелігенції.

Основні результати роботи доповідались та обговорювались на X Міжнародній науково-практичній конференції «Free and Open Source Software» (FOSS 2018) у Харківському національному університеті будівництва та архітектури (Харків, 20–22 листопада 2018 р.), опубліковані в збірнику тез доповідей.

Практична цінність запропонованого рішення полягає в підвищенні теплозахисних властивостей огорожуючих конструкцій у місцях тепловиток, визначених за допомогою мобільної системи, шляхом збільшення опору теплопередачі конструкцій до нормативних значень, способом влаштування додаткового теплозахисту стін із зовнішньої сторони стіни.

Пояснювальна записка до магістерської роботи складається з 63 стор. (без додатків), 27 рис., 1 табл., 2 додатків, переліку джерел посилання з 28 використаних джерел.

**Ключові слова:** тепловиток конструкції будівлі, Smart-метеостанція, безконтактний датчик температури, радіоканал, хмарний сервер Mobile Alerts, мобільний застосунок, Unity 2018.3.0, Android 9, мова програмування C#.

## ABSTRACT

### **Bilyi Oleksandr "Mobile system for detecting heat sink through elements of construction of residential and industrial buildings"**

The purpose of this thesis is the research and development of methods and tools for the further elimination of heat through the elements of the construction.

The subject matter of the study is the process of registration and presentation of the heat sink through the elements of the construction.

Subject of research is the interaction of environmental monitoring devices connected to the mobile device.

The thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions, references, two appendices and a special chapter which covers problems of health and safety in emergency.

The introduction determines the relevance of the topic and gives the tasks that are planned to be solved for the set goal achievement.

The first chapter providing an analysis of the current state of heat power engineering in Ukraine is carried out.

The second chapter discusses the methodology and methods for calculating heat losses in residential and public buildings through the construction elements, the choice of necessary components for the development of a system for monitoring, transmitting and processing data on the heat sink of a mobile device is substantiated, as well as the process of assembling.

The third chapter discusses the hardware part, a functional scheme of the mobile system is constructed; configuring and testing the software for constructing a thermal card for heat losses of structural elements.

The conclusion consists of the results of the work performed and the main advantages of the developed system before the analogues.

The special part "Labor protection and safety in emergencies" discusses creation of economic and social political conditions for enhancing the social status of scientific and technological intelligence.

The practical value of the proposed solution is to increase the heat-shielding properties of the enclosing structures by increasing their heat transfer resistance to the normative values, by way of placing additional heat protection walls on the outside of the wall.

The main results of the work were reported and discussed at the X International Scientific and Practical Conference "Free and Open Source Software" (FOSS'2018) at the Kharkiv National University of Construction and Architecture (Kharkiv, November 20–22, 2018), published in the abstracts.

Master's thesis contains 63 pages (without appendices), 27 figures, 1 table, 2 appendices and 28 references.

**Keywords:** heat sink through construction of building, Smart-meteorological station, contactless temperature sensor, radio channel, cloud-based Mobile Alerts server, mobile application, Unity 2018.3.0, Android 9, C # programming language.



