

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

**РЕМБОХА ІГОР ПАВЛОВИЧ**

УДК 004.9

**ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ  
«РОЗУМНОГО МІСТА»**

122 – Комп'ютерні науки

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

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

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри комп'ютерних наук  
**Гацин Надія Богданівна,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри комп'ютерних технологій  
**Голотенко Олександр Сергійович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 28 грудня 2018 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії № 1 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 702

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** За даними ВООЗ за 2012 р, щорічно близько семи мільйонів смертей пов'язано з впливом забрудненого повітря. У зв'язку з цим однією з актуальних завдань є прогнозування рівня забруднення атмосфери, яке дозволить попередити населення «Розумного міста» про можливі небезпеки, пов'язані з забрудненням повітря, і посилити екологічний контроль з боку муніципалітету в мегаполісі.

**Мета роботи** є реалізація інтелектуальної автоматизованої системи моніторингу і прогнозування забруднення атмосферного повітря на території «Розумного міста».

**Об'єкт, методи та джерела дослідження:** характеристики забруднення навколишнього середовища «Розумного міста» та методи зберігання інформації щодо їх вимірювання.

Основні методи дослідження загальної задачі – це методи системного аналізу. Методи системного аналізу використовуються для агрегування розглянутих окремо сутностей у єдину систему, описання структурних зв'язків між ними у рамках цієї системи. Для опису математичної моделі навколишнього середовища «Розумного міста» були використані методи теорії множин, теорії відношень, теорії графів.

Як інформаційні джерела використовуються наукові публікації та інтернет джерела.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

- Запропоновано підхід до реалізації баз даних з інформаційними колекціями даних щодо стану навколишнього середовища проектів класу «Розумне місто», що базується на використанні REST-сервісів та дозволяє ефективну інтеграцію з іншими муніципальними службами та сервісами.

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

Усі теоретичні розробки магістерської дисертації доведено до конкретної практичної реалізації у вигляді програмного забезпечення для отримання та представлення інформації щодо забрудненості навколишнього середовища «Розумного міста».

**Апробація.** За результатами досліджень проведених в рамках магістерської роботи зроблено доповідь на VI науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» 12-13 грудня 2018 року з публікацією тез доповіді.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 113 арк. формату А4, графічна частина – 14 слайдів презентації.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** проведено огляд сучасного стану екологічного моніторингу «Розумного міста».

В **першому розділі** проведено аналіз предметної області. Описано ключові аспекти контролю якісних характеристик повітря і забруднюючих речовин.

В **другому розділі** дипломної роботи сформовано вимоги до інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста».

В **третьому розділі** дипломної роботи виконано проектування інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста».

В **четвертому розділі** здійснено практичну реалізацію інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста» та постановку експериментів щодо встановлення її ключових характеристик.

В **спеціальній частині** описано основні відомості щодо використаної для передачі даних в інформаційній системі екологічного моніторингу «Розумного міста» нотації JSON.

В **розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** розраховано основні техніко-економічні показники проведених досліджень щодо створення інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста».

В **частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** описано мікроклімат робочої зони. Зокрема проаналізовано категорії робіт за ступенем важкості. Проаналізовано комплекс заходів щодо збереження здоров'я та підвищення працездатності користувачів ЕОМ. Розглянуто питання раціонального та профілактичного харчування, спеціальні вправи, самомасаж та психофізіологічне розвантаження. Також висвітлено питання організації оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях техногенного та природного характеру. Описано запобігання та ліквідація наслідків аварій на виробництвах із застосуванням хлору. Зокрема проаналізовано вплив хлору на людей, перша допомога та профілактика уражень.

В **розділі «Екологія»** подано вимоги до моніторів (ВДТ) і ПЕОМ, зокрема відзначено важливість чіткості зображення моніторів. Також розглянуто статистика екології об'єктів природного середовища, таких як атмосфера, гідросфера та земельні ресурси.

У **загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в дипломній роботі освітнього рівня «Магістр» наукові та технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво;

В додатках до пояснювальної записки приведено ксерокопії тез доповідей.

В графічній частині подано тему, мету, об'єкт та предмет дослідження. Подано завдання до дипломної роботи. Описано поняття «розумного міста» та Індекс якості повітря AQI. Подано архітектуру інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста». Розглянуто діаграму компонентів. Наведено діаграму варіантів використання веб-сервісу. Розглянуто поточні метеорологічні

дані. Реалізовано модель прогнозування якості повітря. Представлено візуалізацію даних. Описані основні результати та висновки.

## **ВИСНОВКИ**

В процесі виконання дипломної роботи освітнього рівня «магістр» була спроектована та практично реалізована інформаційна система екологічного моніторингу «Розумного міста». В першому розділі дипломної роботи:

- Розглянута інноваційна концепція «Розумне місто» на основі Інтернет-речей.

- Описано критерії оцінки якості повітря і забруднюючі речовини.

- Розглянуто індекс якості повітря AQI.

- Проаналізовано особливості прогнозування рівня забруднення в міському середовищі та визначено стан проблеми на сьогоднішній день.

В другому розділі сформовано вимоги щодо розроблення інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста».

В третьому розділі:

- Розроблено модель прогнозування якості повітря.

- Спроектовано архітектуру інформаційної системи.

- Реалізовано сервер застосунків.

- Розроблена діаграма прецедентів інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста».

В четвертому розділі:

- Проведено вибір засобів розробки інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста».

- Описано процесу збирання даних щодо забруднення міського середовища.

- Запропоновано модель прогнозування якості повітря.

- Описано реалізовані REST API та організацію бази даних.

- Розглянуто візуалізацію даних в інформаційній системі екологічного моніторингу «Розумного міста».

- Виконано тестування веб-сервісу та веб-сайту.

- Описано метод розрахунку точності прогнозу.

- Виконано визначення оптимальної топології нейронної мережі та проаналізовано варіанти навчання.

- Проведено дослідження результатів прогнозу та встановлено точність моделі.

- Виконано порівняння з існуючими моделями.

В розділі «Спеціальна частина» описано основні відомості щодо використаної для передачі даних в інформаційній системі екологічного моніторингу «Розумного міста» нотації JSON.

В шостому розділі дипломної роботи розраховано основні техніко-економічні показники проведених досліджень.

В сьомому розділі описано мікроклімат робочої зони. Зокрема проаналізовано категорії робіт за ступенем важкості. Проаналізовано комплекс заходів щодо збереження здоров'я та підвищення працездатності користувачів ЕОМ. Розглянуто

питання раціонального та профілактичного харчування, спеціальні вправи, самомасаж та психофізіологічне розвантаження. Також висвітлено питання організації оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях техногенного та природного характеру. Описано запобігання та ліквідація наслідків аварій на виробництвах із застосуванням хлору. Зокрема проаналізовано вплив хлору на людей, перша допомога та профілактика уражень.

У восьмому розділі подано вимоги до моніторів (ВДТ) і ПЕОМ, зокрема відзначено важливість чіткості зображення моніторів. Також розглянуто статистика екології об'єктів природного середовища, таких як атмосфера, гідросфера та земельні ресурси.

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

1. Аналітичне опрацювання великих даних в проектах «Розумних міст» / [Рембоха І.П. та ін.]. // Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 12 – 13 грудня 2018 р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя – 2018. – С. 30.

## **АНОТАЦІЯ**

Дипломна робота присвячена проектуванню, практичній реалізації та апробації інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста». В першому розділі дипломної роботи проведено аналіз предметної області. Описано ключові аспекти контролю якісних характеристик повітря і забруднюючих речовин.

В другому розділі дипломної роботи сформувано вимоги до інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста».

В третьому розділі дипломної роботи виконано проектування інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста».

В четвертому розділі дипломної роботи здійснено практичну реалізацію інформаційної системи екологічного моніторингу «Розумного міста» та постановку експериментів щодо встановлення її ключових характеристик.

Об'єкт дослідження: Характеристики забруднення навколишнього середовища «Розумного міста» та методи зберігання інформації щодо їх вимірювання.

Предмет дослідження: Підходи до вимірювання та накопичення зібраних даних щодо середовища проживання проектів класу «Розумне місто».

Мета роботи: реалізація інтелектуальної автоматизованої системи моніторингу і прогнозування забруднення атмосферного повітря на території «Розумного міста»

Основні результати:

– Розроблено архітектуру системи з можливістю інтеграції в муніципальну інформаційну систему «Розумного міста».

– Розроблено моделі прогнозування якості повітря в середовищі «Розумного міста».

– Реалізовано компоненти збору і обробки даних про стан атмосфери в міському середовищі.

- Реалізовано міський веб-сервісу, що надає оброблені дані про стан атмосфери і прогноз рівня забруднення атмосферного повітря.
- Розроблено веб-сайту для візуалізації даних про якість повітря в умовах «Розумного міста».
- Проведено обчислювальні експерименти з дослідження ефективності та точності розробленої моделі прогнозування.

**Ключові слова:** БАЗИ ДАНИХ, ВИМІРЮВАННЯ, ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, РОЗУМНЕ МІСТО, СЕРВІС.

### ANNOTATION

The thesis is devoted to the design, practical implementation and testing of the information system of environmental monitoring "Smart City". In the first section of the thesis an analysis of the subject area was conducted. The key aspects of controlling the qualitative characteristics of air and pollutants are described.

In the second section of the thesis the requirements for the information system of ecological monitoring of "Smart City" are formed.

In the third section of the thesis the design of an information system for environmental monitoring of "Smart City" was carried out.

In the fourth section of the thesis work was carried out the practical implementation of the information system of environmental monitoring "Smart City" and the establishment of experiments to establish its key characteristics.

Object of research: Characteristics of the pollution of the "Smart City" environment and methods of storing information on their measurement.

Subject of research: Approaches to measurement and accumulation of collected data on the living environment of the "Smart City" projects.

Purpose: implementation of the intelligent automated system for monitoring and forecasting atmospheric air pollution on the territory of "Smart City". Main results:

- The architecture of the system with the possibility of integration into the municipal information system of "Smart City" is developed.
- Models of air quality prediction in the "Smart City" environment are developed.
- The components of collecting and processing data on the state of the atmosphere in the urban environment are implemented.
- A city-based web-service is provided, which provides processed data on the state of the atmosphere and the forecast of the level of air pollution.
- A website was developed to visualize air quality data in the "Smart City" environment.
- Computational experiments were conducted to study the efficiency and accuracy of the developed forecasting model.

**Keywords:** BASES OF DATA, MEASUREMENT, AIR POLLUTION, INFORMATION TECHNOLOGIES, SMART CITY, SERVICE.