

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І.І.МЕЧНИКОВА

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра математичного забезпечення комп'ютерних систем

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Дипломна робота

на здобуття ступення вищої освіти «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Проектування і розробка мережі IoT теплозабезпечення об'єкта
«Розумний будинок»

Design and development of the IoT network of heat supply of the
object «Smart house»

Виконав: студент денної форми навчання

напряму підготовки 123 – Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Сбітнєв Олександр Юрійович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник к.т.н. доцент Волощук Л. А.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали, підпис)

Рецензент к.ф.-м.н. доцент Пенко В.Г.

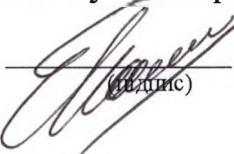
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ 12 від «12» 06 2020 р.

Завідувач кафедри


(підпис)

Є.В. Малахов

(прізвище, ініціали)

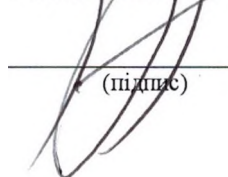
Захищено на засіданні ЕК № 5

протокол № 34 від «25» 06 2020 р.

Оцінка Відмінно / А / 98

(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Голова ЕК


(підпис)

Н.Ф. Казакова

(прізвище, ініціали)

Одеса - 2020

АННОТАЦІЯ

Дипломна робота присвячена питанням проектування і розробки мережі IoT теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок».

У результаті роботи розглянуто та проаналізовано існуючі системи IoT теплозабезпечення, сучасні хмарові платформи та архітектури IoT проектів, які використовують хмарову платформу.

Спроектовано хмарну архітектуру мережі IoT для двухповерхового власного будинку, промодельовано в середовищі Cisco Pocket Tracer роботу мережі IoT зонального теплозабезпечення приміщень житлового будинку. Спроектовані алгоритми керуючих функцій хмарних сервісів та IoT вузлів локальної підмережі.

У результаті проведеної роботи розроблено принципові схеми IoT вузлів на базі мікроконтролера Node MCU, сценарії хмарних сервісів керування мережею IoT теплозабезпечення та графічний інтерфейс користувача системи теплозабезпечення об'єкту «Розумний будинок». Визначена вартість побудови мережі IoT теплозабезпечення.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена вопросам проектирования и разработки сети IoT теплообеспечения объекта «Умный дом».

В результате работы рассмотрены и проанализированы существующие системы IoT теплообеспечения, современные облачные платформы и архитектуры IoT проектов, которые используют облачную платформу.

Спроектировано облачную архитектуру сети IoT для двухэтажного частного дома, промоделировано в среде Cisco Pocket Tracer работу сети IoT зонального теплообеспечения помещений жилого дома. Спроектированы алгоритмы управляющих функций облачных сервисов и IoT узлов локальной подсети.

В результате проведенной работы разработаны принципиальные схемы IoT узлов на базе микроконтроллера Node MCU, сценарии облачных сервисов управления сетью IoT теплообеспечения и графический интерфейс пользователя системы теплообеспечения объекта «Умный дом». Определена стоимость построения сети IoT теплообеспечения.

ABSTRACT

The graduate work is dedicated to the design and development of the IoT network of heat supply of the object “Smart house”.

As a result of the work, the existing IoT heat supply systems, modern cloud platforms, and the architectures of IoT projects that use the cloud platform are reviewed and analyzed.

The cloud architecture of the IoT network for a two-floor private house was designed, the operation of the IoT network of zone heat supply for the premises of a residential building was modeled in the Cisco Pocket Tracer environment. Algorithms for managing functions of cloud services and IoT nodes of a local subnet are designed.

As a result of this work, IoT circuit diagrams of nodes based on the Node MCU microcontroller, cloud service scripts for managing the IoT network of heat supply and the graphical user interface of the heat supply system of the object “Smart house” were developed. The cost of building the IoT network of heat supply is determined.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	8
1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ МЕРЕЖ ІoT ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБ'ЄКТА «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»	12
1.1 Поняття і визначення технології Інтернет речей, можливості використання в ІoT мережі теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок».....	12
1.2 Огляд сучасних ІoT систем теплозабезпечення для віддалених об'єктів .	16
1.2.1 Термостат Vitocom 100 LAN1	18
1.2.2 Термостат Vaillant eRELAX.....	19
1.2.3 Термостат Salus IT500.....	20
1.2.4 Термостат Zont H-2 Wi-Fi-Climate.....	21
1.2.5 Термостат Beok BOT306RF-WIFI.....	23
1.2.6 Термостат Poer PTC16	24
1.3 Порівняння ІoT термостатів.....	26
1.4 Сучасні хмарні платформи для віддаленого моніторингу та управління мережею ІoT.....	27
1.5 Постановка завдання.....	34
2 ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ ІoT ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБ'ЄКТА «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»	36
2.1 Проектування хмарної архітектури мережі ІoT теплозабезпечення об'єкту «Розумний будинок».....	36
2.2 План типового будинку і розміщення ІoT елементів теплозабезпечення на ньому.....	39
2.3 Проектування функцій ІoT мережі теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок».....	41
2.4 Моделювання ІoT мережі теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок» в середовищі Cisco Packet Tracer.....	47

3 РОЗРОБКА МЕРЕЖІ ІОТ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК».....	49
3.1 Розробка вузлів мережі ІоТ теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок».....	49
3.1.1 Вибір обладнання мережі ІоТ теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок».....	49
3.1.2 Розробка принципових схем вузлів мережі ІоТ теплозабезпечення	53
3.1.3 Розробка функцій мікроконтролерів керування мережею ІоТ теплозабезпечення в Arduino IDE.....	55
3.1.4 Реєстрація мікроконтролерів у сервісі IBM Watsons	57
3.2 Створення сервісів моніторингу ІоТ мережі теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок» в редакторі NODE RED платформи IBM BLUEMIX WATSON IoT	59
3.2.1 Проектування потоків сервісу	59
3.2.2 Налаштування потоків сервісу.....	63
3.2.3 Тестування сервісів.....	65
3.3 Розробка інтерфейсу додатка користувача.....	69
3.4 Кошторис побудованої мережі ІоТ теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок».....	73
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	76
ДОДАТОК А. ПЛАН БУДИНКУ	78
ДОДАТОК Б. ПЛАН БУДИНКУ З РОЗТАШУВАННЯМ ВУЗЛІВ МЕРЕЖІ ІОТ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБ'ЄКТУ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»	79
ДОДАТОК В. СКЕТЧІ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ	81

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

MQTT – Message Queue Telemetry Transport

IoT – Internet of Things

PaaS – Platform as a Service

M2M – Machine to Machine

JSON – JavaScript Object Notation

ВСТУП

Одним з найважливіших сучасних трендів розвитку ІТ-технологій є масове проникнення у життя людини різноманітних електронних приладів, оснащених вбудованими пристроями для комунікації між собою або зовнішнім середовищем. Нас оточують розумні гаджети, якими ми можемо управляти на відстані. Сьогодні не є проблемою встановити собі розумне освітлення або розетку, вийти через телевізор в інтернет, проконтролювати стан здоров'я рідних або місце знаходження дитини через додаток в смартфоні. Це так звані «Інтернет речей» (Internet of Things - IoT), що передбачають взаємопов'язані автоматизовані процеси, які будуть відбуватися в вашому домі або на роботі. Ці пристрої не тільки впливають на розширення сфери використання інформаційних і телекомунікаційних технологій в повсякденному побутовому житті, а й істотно впливають на розвиток економічних і соціальних процесів в суспільстві.

«Інтернетом речей» називають концепцію, згідно якої до всесвітньої мережі можливо під'єднати будь-які речі, що нас оточують. Це можуть бути промислові механізми або побутові пристрої які можуть передавати корисні нам данні, запобігати незаконні підключення, обмінюватись між собою інформацією без втручання людини.

Наразі в світі виділяються такі найпоширеніші сервіси:

- розумне землеробство - дозволяє збирати актуальні дані на великих територіях з полів про стан ґрунту і повітря, кількості опадів, стежити за станом фруктових садів і виноградників, зберіганням фруктів / овочів на складах, контролювати наявність і концентрацію комах-шкідників, дистанційно збирати дані необхідні в бджільництві, тваринництві, зберіганні врожаю;
- ЖКГ – дистанційне знімання показників лічильників: газу, води, електропостачання, тепла, попереджувати незаконні підключення, врізки і витоку в комунальних мережах;

- логістика - включає в себе надійний контроль за переміщенням, доставкою та станом перевезених вантажів;
- розумне місто - з рішеннями керованих міських світильників, розумного паркінгу, моніторингу міської інфраструктури, включаючи контроль стану доріг і мостових переходів, контроль функціонування ліфтового господарства, моніторинг розтину і крадіжки на телекомунікаційних, водопровідних, каналізаційних та теплових мережах, моніторинг незаконного проникнення в розподільні шафи електро і телекомунікаційних мереж, контроль заповнення і очищення сміттєвих баків;
- індустріальний "інтернет речей" - робить можливим застосування рішень з моніторингу стану великих індустріальних структур, таких - як залізні дороги, морські та річкові порти, великі і середні промислові підприємства, включаючи контроль, як всієї інфраструктури, так і окремих технологічних ліній, верстатів, двигунів, промислових насосів, вузлів і механізмів;
- розумний будинок - включає моніторинг стану, як окремих елементів квартири і багатоквартирного будинку, так і управління цими елементами;
- моніторинг навколишнього середовища - дозволяє дистанційно, отримувати свідчення про стан повітря, в місті, сільської місцевості та по всій країні;
- розумна вода - рішення, що дозволяє дистанційно контролювати хімічний склад питної води в свердловинах і водопровідних мережах колективного користування, в відкритих і закритих водоймах, водосховищах і морях та інші. [1]

Для реалізації IoT необхідна автоматизована система, яка включала б у себе різні пристрої, оснащені датчиками; мережу доступу і передачі інформації; а також платформи для управління мережею, пристроями і додатками.

На даний час автоматизовані системи все більше використовуються в так званих «Розумних будинках». В тому числі існує багато технологій автоматизації системи опалення, керування теплими полами. За допомогою технології IoT можна підтримувати потрібну температуру у кімнатах, при цьому зменшуючи використання палива та роботу системи опалення, що суттєво зменшує ціни на комуналку (від 30-60%). Користувач такої системи практично з кожної точки планети може керувати дистанційно теплозабезпеченням у своєму будинку з телефона чи з іншого пристрою з доступом в Інтернет. Також система дозволяє відправляти повідомлення до користувача при можливих проблемах у системі опалення, тож ви зможете в разі необхідності викликати вчасно службу сервісу котлу, теплового полу, чи іншого пошкодженого елементу системи.

Мета даної дипломної роботи - проектування та розробка мережі інтернет речей теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок». Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- 1) провести аналіз сучасного обладнання для реалізації мережі IoT теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок»;
- 2) розглянути хмарні платформи для реалізації, віддаленого моніторингу та управління мережею IoT теплозабезпечення на об'єкті «Розумний будинок» та провести вибір сучасної архітектури IoT рішення мережі інтернет речей теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок»;
- 3) спроектувати хмарну архітектуру мережі IoT теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок» з урахуванням можливостей технологій IoT на платформі IBM Bluemix з використанням сервісів IBM Watsons;
- 4) спроектувати функції керування мережею IoT теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок»;
- 5) провести проектування та моделювання в системі Cisco Packet Tracer мережі IoT теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок»;
- 6) вибрати необхідне обладнання і провести розробку мережі IoT теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок»;

- 7) провести з використанням технологій IBM Bluemix, IBM Watson створення хмарних сервісів моніторингу мережі IoT теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок»;
- 8) розробити графічний інтерфейс користувача мережі IoT теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок»;
- 9) провести розрахунок вартості реалізації проекту мережі IoT теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок»;

ВИСНОВКИ

Відповідно до мети і поставлених завдань в даній роботі було вирішені такі питання:

1) Проведений аналіз існуючих систем IoT теплозабезпечення дозволив прийняти рішення о доцільності розробити IoT мережу дистанційного керування теплозабезпеченням, яка буде мати необхідні функції за доступною ціною.

2) В результаті розгляду сучасних хмарових платформ для реалізації IoT проєктів, було вибрано платформу IBM Cloud та обрано класичну архітектуру IoT проєкту з використанням хмарових платформ.

3) Була спроектована архітектура IoT теплозабезпечення об'єкта «Розумний будинок» з урахуванням можливостей технологій IoT на платформі IBM Bluemix з використанням сервісів IBM Watsons.

4) При проєктуванні функцій керування мережею було розроблено алгоритми функцій як у локальній мережі: функція отримання зональним мікроконтролером даних про стан температури у i -й зоні, функція отримання керуючим мікроконтролером команд від хмари; так і алгоритми функцій керування мережею IoT теплозабезпечення у хмаровій платформі: функція роботи хмарного сервісу керування мережею IoT теплозабезпечення, функція повідомлення користувача про втрату доступу до окремого вузла системи.

5) Моделювання в Cisco Pocket Tracer дозволило налаштувати та перевірити настройки створення локальної мережі.

6) Розроблені типові вузли на основі мікропроцесора Node MCU, датчика DS18B20 та сервопривода ICMA.

7) Розроблені хмарові сервіси моніторингу мережі, які приймають сигнали від зональних мікропроцесорів, та передають команди на керуючий мікропроцесор.

8) Графічний інтерфейс користувача дозволяє вибирати необхідні границі температури у кожній зоні та відстежувати дані про стан температури у кожній зоні на графіку.

9) Кошторис побудованої системи склав 8124 грн.

10) Матеріали роботи доповідались на сімнадцятій всеукраїнській конференції студентів і молодих науковців «Інформатика, інформаційні системи та технології», Одеса 24 квітня 2020 р. [24]

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інтернет речей [Електронний ресурс]
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9
2. Система «Розумний будинок» [Електронний ресурс]
<https://kievnovbud.com.ua/ua/2017/08/sistema-rozumnij-budinok-shho-ce-i-yak-pracyuye/>
3. Автоматизація системи опалення в об'єкті «Розумний будинок» [Електронний ресурс] http://www.besmart.su/article/otoplenie_v_umnom_dome
4. Протокол MQTT [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/chto-takoe-mqtt/>
5. Терморегулятори для котлів опалення [Електронний ресурс]
<https://derdomus.ru/uk/elektropribory/termoregulatory-dlya-kotlov-otopleniya-vidy-ceny-harakteristiki/>
6. Vitocom 100 LAN1 [Електронний ресурс]
https://viesservice.ru/catalog/sredstva_kommunikacii/vitocom_100_lan1
7. Vaillant eRELAX [Електронний ресурс]
<https://www.vaillant.ua/dlia-klientov/products/erelax-19648.html>
8. Salus IT500 [Електронний ресурс] <https://ru.salus-controls.eu/oborudovaniye/it500-internet-thermostat>
9. Zont H-2 Wi-Fi-Climate [Електронний ресурс]
<https://termogorod.ru/avtomatika-dlya-otopleniya/gsm/zont-h2>
10. Beok B0T306RF-WIFI [Електронний ресурс]
<https://prom.ua/p1080324191-wifi-termoregulyator-dlya.html>
11. Poer PTC16 [Електронний ресурс] <https://prom.ua/p1127162520-besprovodnoj-termostat-wifi.html>
12. Вакалюк Т.А. Огляд існуючих моделей хмарних послуг для використання у вищих навчальних закладах /Т.А. Вакалюк // Тези доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп'ютерні

технології – 2016» (22–23 квітня 2016 р.). – Житомир : ЖДТУ, 2016. – С. 215-217.

13. IEEE Cloud computing and IT as a Service - 11 November 2008.
14. Google Cloud Platform [Електронний ресурс]
<https://cloud.google.com/why-google-cloud/>
15. Amazon web services [Електронний ресурс]
<https://aws.amazon.com/ru/>
16. Microsoft Azure [Електронний ресурс]
<https://azure.microsoft.com/ru-ru/>
17. IBM Cloud [Електронний ресурс] <https://www.ibm.com/cloud>
18. Класична архітектура IoT проекту [Електронний ресурс]
<https://www.bigdataschool.ru/bigdata/iiot-architecture-levels-and-tools.html>
19. NodeMCU [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://arduino.ua/prod1492-wi-fi-modul-nodemcu-esp8266>
20. Релейний модуль SRD-05VDC-SL-C [Електронний ресурс]
<http://electrochip.mk.ua/product/relejnyj-modul-1-kanal-5-v-s-led-indikatsiej/>
21. Датчик температури DS18B20 [Електронний ресурс]
<https://www.mini-tech.com.ua/datchik-temperature-ds18b20>
22. Сервопривод ICMA [Електронний ресурс]
https://termoradosti.com.ua/prod/7839-icma-servoprivod_elektrotermicheskiy_icma_28h15_230v_no.html
23. Arduino IDE програма [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/371853/>
24. Сбітнєв О. Ю., Система керування теплозабезпеченням об'єкта «Розумний будинок» з використанням ІОТ технологій та хмарної служби IBM Cloud/ Сбітнєв О. Ю., Волощук Л. А.// Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей сімнадцятої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 24 квітня 2020 р. – Одеса, 2020. - С. 21-23