

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Карпенко Олександр Вікторович

Технології віддаленого керування комплексом побутових приладів

Спеціальність – 8.05010105

«Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг»

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня
магістр

Київ – 2016

Робота виконана на кафедрі автоматизації проектування енергетичних процесів та систем НТУУ «КПІ» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: Тарнавський Юрій Адамович, доцент,
кандидат фізико-математичних наук

Рецензенти: Ілларіонов О.Є, доцент,
кандидит технічних наук

Захист відбудеться ___ 2016 р., о _____ на засіданні ДЕК кафедри АПЕПС
НТУУ «КПІ», аудиторія

З дисертацією можна ознайомитись у методичному кабінеті кафедри АПЕПС
НТУУ «КПІ», аудиторія 415-5

Автореферат підготовлено та надано для розгляду “__” _____ 2016 р.
Робота рекомендована до захисту “__” _____ 2016 р.

Завідувач кафедри АПЕПС НТУУ «КПІ»,
доктор технічних наук, професор

Лук’яненко С.О.

Відповідальний за випуск магістрів
кафедри АПЕПС НТУУ «КПІ»,
кандидат технічних наук, доцент

Гагарін О.О.

РЕФЕРАТ

Актуальність теми

На сьогоднішній день існує багато систем, які об'єднують всі прилади будівлі в один керуючий модуль, чим значно полегшують контроль та керування приладами. Такі системи можуть автоматично здійснювати певні дії, виходячи з показників датчиків. До недоліку таких систем можна віднести те, що розробники не передбачають встановлення таких систем в районах, де енергопостачання є не стабільним, тобто система не має модулів для відновлення стану всіх пристроїв на момент вимкнення енергії. Тому актуальною слід вважати задачу розробки засобів для побудови економних систем віддаленого керування приладами з модулем відновлення стану системи в разі аварійного вимикання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота магістра виконувалась у НТУУ "КПІ" у відповідності з планом наукових досліджень кафедри АПЕПС.

Метою дослідження є виявлення недоліків, нових підходів щодо розробки програмних засобів для забезпечення технології віддаленого керування комплексом побутових приладів.

Для реалізації поставленої мети були сформульовані наступні **завдання дослідження**, що визначили логіку дослідження та його структуру:

- проаналізувати та дослідити технології віддаленого керування побутовими приладами;
- проаналізувати стан забезпечення інструментальними засобами розробки технології віддаленого керування на основі мікрокомп'ютерів;
- розробити засоби віддаленого керування комплексом побутових пристроїв з функціями відновлення системи на основі мікрокомп'ютерів;
- розробити тестовий макет та провести випробовування розробленого програмного забезпечення.

Об'єктом дослідження є комп'ютерні технології віддаленого керування

приладами.

Предмет дослідження – комп'ютерні технології віддаленого керування комплексом приладів за допомогою мікрокомп'ютерів.

Методи дослідження. Поставлені в роботі задачі розв'язувались на основі:

- RESTful-методів для побудови розподілених систем;
- способів проектування комп'ютерних систем для розробки технології керування комплексом побутових приладів.

Наукова новизна одержаних результатів. Найбільш суттєвими науковими результатами магістерської дисертації є:

- удосконалено спосіб віддаленого керування побутовими пристроями за рахунок інтеграції модулів, що забезпечують відновлення роботи системи після збою в електропостачанні, що дозволило використовувати системи в районах з перебоями в електропостачанні;
- набуло подальшого розвитку застосування технології віддаленого керування приладами в районах з перебоями в електропостачанні.

Практичне значення одержаних результатів визначається тим, що створено систему з розширеними функціями віддаленого керування комплексом побутових пристроїв, у тому числі відновленням роботи системи після збою в електропостачанні.

Апробація результатів дисертації

Основні положення роботи доповідалися і обговорювалися на:

1. XIV-й Міжнародній науково-практичній конференції аспірантів, магістрантів і студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики»(м. Київ 21-25 квітня 2016 р.)

Публікації. Наукові положення дисертації опубліковані в 1 роботі.

Сучасні аспекти розробки програмного забезпечення: Збірник наукових праць III науково-практичної дистанційної конференції молодих вчених і фахівців з розробки програмного забезпечення, 15 квітня 2016р. – Черкаси: видавець Чабаненко Ю.А., 2016. – 182 с.

Ключові слова. АВТОМАТИЗАЦІЯ, ВІДДАЛЕНЕ КЕРУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЇ, МОНІТОРИНГ, REST, PYTHON, RASPBERRY PI.

ЗАГАЛЬНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність дослідження, проведеного в рамках дисертаційної роботи. Сформульована основна проблематика та необхідність її вирішення з використанням наявних на цей час апаратних та програмних засобів. Сформульована науково-технічна задача дослідження, яка потребує проведення аналізу існуючих систем та знаходження їх недоліків. Наведено мету роботи, об'єкт і предмет дослідження, які впливають із теми дослідження. На основі предмету дослідження сформульовані основні задачі дослідження. Обґрунтовано причину вибору цього напрямку дослідження та наукову новизну, яку це дослідження представляє. Також приведено практичну цінність результатів цієї роботи.

У **першому розділі** досліджуються технології віддаленого керування комплексом побутових приладів. Пояснюється основна термінологія та основний напрямок де технології даного типу застосовуються. Коротко розглянута історія виникнення подібних технологій та складнощі з якими стикались на кожному із етапів.

Проведено дослідження всіх можливих технологій, та виділені чотири основні типи:

1. **Централізовані.** Складаються із центрального контролера, панелей управління і багатьох виконувано-командних блоків. Початково такі системи розроблялися як домашні системи керування. Центральний контролер в цій системі виконує функцію «ядра» всієї системи, вже до нього підключаються всі інші системи. Різні компоненти мають свої мікроконтролери, проте програма взаємодії знаходиться лише в одному – головному. Від головного контролера сигнали управління можуть йти до виконавців по різним каналам зв'язку.

2. **Децентралізовані.** На відміну від попереднього типу технології, тут управління відбувається не одним центральним контролером, а цілою мережею периферійних контролерів, кожен з яких є здатним до навчання та програмування пристроєм. Вся система складається із сенсорів і активаторів. Сенсори призначені для виявлення якої-небудь діяльності в будівлі чи вимірювання характеристик.

Наприклад: натиснення кнопки, рух, зміна яскравості освітлення, вимірювання температури, вологості і т.д. Сенсори відправляють сигнали до активаторів (виконавцям), які в свою чергу, виконують команди що підходять. Виконавчим пристроєм може бути світлорегулятор, реле керування, клапан системи опалення тощо.

3. Радіошинні. Набір компонентів, використання яких дозволяє дистанційно (за допомогою радіосигналів) керувати різними джерелами світла (вмикати та вимикати, а також регулювати освітлення), моторчиками жалюзі і іншими пристроями. Всі елементи радіошинної системи діляться на дві частини – радіопередавачі та радіоприймачі (виконувачі). Принцип дії системи простий: радіопередавачі відправляють керуючу команду, всі виконувачі її приймають, але виконують команду тільки ті пристрої, які налаштовані на прийом цієї команди від даного радіопередавача. Передавачі, отримуючи живлення від батареї, що робить систему досить гнучкою. Їх можна установлювати навіть там, де немає електропостачання. Кожен, із виконувачів може бути налаштований не більш ніж на 30 керуючих команд від різних передавачів. Дія передавачів системи становить 100 метрів в чистому полі, значно менше в будівлі зі стінами.

4. Що працюють по силовому кабелю. Дана технологія віддаленого керування комплексом побутових пристроїв представляє собою добре відомі механізми перемикачів, розеток і модульної апаратури, відрізняються вони лише ти, що кожен з них містить в собі електронний пристрій. Вся система будується і проектується як звичайна електрична мережа, при цьому пристрої об'єднуються між собою стандартними електричними проводами. По проводам одночасно подається напруга в 220В для живлення і інформаційно керуючий сигнал. Система будується за принципом рушійний-рухомий.

Аналіз систем віддаленого керування приладами централізованого типу показав, що системи, мають ряд недоліків. Серед основних можна виділити:

- завищену ціну подібних систем;
- відсутність можливості кастомізувати систему;
- відсутність API, для розробки власної панелі керування пристроями;

- відсутність модулів для відновлення роботи системи, в разі аварійного припинення електропостачання.

В результаті досліджень було виявлено, що ці недоліки можна усунути завдяки використанню дешевих мікрокомп'ютерів та вдосконаленню централізованої технології віддаленого керування приладами шляхом інтеграції модулів для відновлення роботи системи, а також використанні RESTful методів для побудови розподіленої системи.

На основі аналізу предметної області, та визначення мети роботи, як виявлення недоліків, нових підходів щодо розробки програмних засобів для забезпечення технології віддаленого керування комплексом побутових приладів, сформульовані наступні завдання досліджень:

проаналізувати та дослідити технології віддаленого керування побутовими приладами;

- проаналізувати стан забезпечення інструментальними засобами розробки технології віддаленого керування на основі мікрокомп'ютерів;
- розробити засоби віддаленого керування комплексом побутових пристроїв з функціями відновлення роботи системи на основі мікрокомп'ютерів;
- розробити тестовий макет та провести випробування розробленого ПЗ.

У другому розділі досліджуються апаратні засоби для розробки технології віддаленого керування комплексом побутових приладів.

Для визначення можливостей створення централізованої технології для віддаленого керування комплексом побутових приладів, проведено аналіз існуючих мікрокомп'ютерів які можуть стати центральним контролером в системі. Наведено стислий огляд самих популярних, виявлені їх переваги та недоліки. Проведено порівняння мікрокомп'ютерів по їхнім характеристикам із Raspberry Pi та наведена порівняльна таблиця.

Розглянуті такі представники мікрокомп'ютерів:

- Oval Elephant;
- Cotton Candy;
- Waysmall Silverlode;

- Iger Com-Module.

Проводячи дослідження представлених мікрокомп'ютерів можна прийти до висновку, що кожен із виробників намагається знайти свою нішу, і виробляє мікрокомп'ютери лише для певного роду задач. Для того щоб остаточно підтвердити вибір Raspberry Pi, в якості центрального контролера, вирішено дослідити характеристики та можливості популярних на сьогоднішній день платформ.

Також у цьому розділі проведено аналіз платформ для розробки систем віддаленого керування комплексом побутових приладів, а саме:

- Arduino Uno;
- Raspberry Pi;
- BeagleBone.

Наведена порівняльна таблиця та обґрунтування вибору Raspberry Pi в якості центрального контролера для системи віддаленого керування приладами.

Проаналізовані можливості використання Raspberry Pi в якості центрального контролера. Наведені його повні характеристики, які стали вирішальними у виборі центрального контролера для технології віддаленого керування комплексом побутових приладів.

Розглянуті існуючі на сьогоднішній день моделі мікрокомп'ютера Raspberry Pi, а саме:

- Raspberry Pi Model B;
- Raspberry Pi Model B+;
- Raspberry Pi 2 Model B;
- Raspberry Pi 3 Model B.

Наведено порівняльну таблицю, де висвітленні основні відмінності модельного ряду цього мікрокомп'ютера. В основному відмінності полягають у встановленні більш потужнішого процесора, збільшенню оперативної пам'яті та інтегруванням нових модулів (Wi-Fi, Bluetooth). Весь модельний ряд обладнаний мережевим інтерфейсом 10/100 Mb Ethernet та GPIO контактами, тому розроблене програмне забезпечення є актуальним для кожної з версій Raspberry Pi.

На момент проведення дослідження, в рамках даної роботи, найновішою була модель Raspberry Pi Model B+, тому всі роботи проводились саме з нею.

Також у цьому розділі проаналізовано стан забезпечення мікрокомп'ютера Raspberry Pi необхідними датчиками та модулями. Обрано необхідні датчики та модулі для побудови тестового макету і проведення випробування розробленого програмного забезпечення. Визначено необхідний мінімум датчиків та модулів для побудови системи, а саме:

- релейний модуль;
- сенсор руху;
- датчик вологості та температури повітря.

Проведено дослідження та аналіз, зазначених вище, модулів системи віддаленого керування комплексом побутових приладів, описано принцип їх роботи, інтеграцію в систему та особливості роботи з кожним із них.

У третьому розділі досліджуються програмні засоби та базові технології необхідні для реалізації поставленої задачі.

У цьому розділі проводиться аналіз архітектурного стилю REST для побудови веб-сервісів в розподілених системах. Виділені його основні особливості та переваги, що дозволять побудувати RESTful систему віддаленого керування комплексом побутових приладів. Ця технологія складає основу розробленої технології, так як GUI, що являє собою веб-додаток, спілкується із центральним контролером через REST API, відправляючи необхідні GET та POST запити, залежно від необхідних дій.

Також проведено аналіз реляційної СКБД – SQLite. SQLite має ряд особливостей, які і визначили її роль в використанні на центральному контролері в якості інструменту для зберігання стану приладів системи, зберігання ключів доступу до системи, а також для додаткового логування температури і вологості повітря за необхідності будування графіків в подальшому. Ці особливості детально розглянуті у цьому розділі. Обґрунтовано її використання на мікрокомп'ютері для збереження стану приладів системи, проходження авторизації довірених клієнтів та можливості логування показників датчиків.

Досліджено технології якими планується реалізовувати серверну частину ПЗ на базі мікрокомп'ютера, що представлятиме собою RESTful систему. Виділено основні особливості роботи зазначених технологій та описані їх переваги для використання в розробці технології віддаленого керування комплексом побутових приладів. У якості базової технології побудови розподілених систем обрано фреймворк Flask. В основному, цей фреймворк використовується для створення веб-сайтів за допомогою мови Python. За допомогою цього фреймворка планується реалізувати REST-сервіс, який буде проміжною ланкою в керуванні комплексом пристроїв, він забезпечуватиме віддалене керування через створене REST API. Мікрофреймворк Flask надає потужний функціонал для створення повноцінних web-застосунків а з розширенням «flask_restful» все необхідне для створення RESTful-систем.

В цьому розділі розглянуто технологію ORM та інструментарій що її реалізовує SQLAlchemy. ORM – технологія програмування, яка зв'язує бази даних з концепціями об'єктно-орієнтованих мов програмування, створюючи «віртуальну об'єктну базу даних». Завдяки використанню цієї технології отримання стану пристроїв для організації процесу відновлення роботи системи після збою в електропостачанні відбувається досить легко та зрозуміло.

Також у цьому розділі розглянуто технології, які необхідні для реалізації клієнтів, що представлятимуть собою інтерфейс користувача. Обґрунтовано використання AJAX підходу для розробки інтерфейсів. Описаний мінімально необхідний комплекс технологій для розробки інтерактивних веб-сторінок, що дозволять легко, та інтуїтивно зрозуміло керувати всією системою. Окрім використання AJAX підходу використовуються такі технології як:

- Hyper Text Markup Language;
- Cascading Style Sheets;
- бібліотека JQuery.

Коротко описано систему керування версіями GIT. Вона використовувалася як на етапі створення системи, для зберігання різних версій та етапів розробки системи, так і в випадку вже готового ПЗ – використовується на мікрокомп'ютері для забезпечення цілісності всіх системних файлів і файлів розробленого ПЗ.

У цьому розділі також досліджені переваги в використанні IDE PyCharm для розробки серверного ПЗ та написання клієнта для роботи з сервером. PyCharm – інтегроване середовище розробки для мови програмування Python. Надає засоби для аналізу коду, графічний відналагоджувач, інструмент для запуску юніт-тестів і підтримує веб-розробку на Django. PyCharm розроблена чеською компанією JetBrains на основі IntelliJ IDEA. Використання саме цієї IDE аргументовано рядом можливостей, які розглянуті більш детально в цьому розділі, що полегшили написання та тестування коду як клієнтської так і серверної частини ПЗ.

У четвертому розділі описані інструментальні засоби розробки систем віддаленого керування комплексом побутових пристроїв.

Наведено архітектуру розробленої системи, яка в цілому представляє собою технологію для віддаленого керування комплексом побутових приладів за допомогою мікрокомп'ютера Raspberry Pi. Система в цілому проектувалася з урахуванням таких функцій:

- забезпечення віддаленого керування приладами, на основі мікрокомп'ютера Raspberri Pi та RESTful API;
- можливість організувати інтелектуальне керування додатково підключивши датчики температури та сенсори руху;
- відновлення роботи системи у разі аварійного вимкнення центрального контролера при знеструмленні будівлі;
- автоматичне ввімкнення приладів, які вимкнулись при аварійному відключенні електроенергії, після відновлення електропостачання.

Система доповнена спеціальним модулем, який відповідає за відновлення стану всіх приладів системи після аварійного вимкнення електроенергії, чи знеструмлення самої системи.

Описана основна методика роботи з розробленим API. Описано основні вигляди запитів які можуть відправлятися від клієнта і опрацьовуватись центральним контролером. Встановлені рекомендації по підключенню Raspberry Pi до локальної чи Всесвітньої мережі. А саме розглянуті такі варіанти:

- центральний контролер підключений до домашнього роутера та

необхідна організація його роботи в локальній мережі;

- центральний контролер підключено безпосередньо до мережі Інтернет;
- центральний контролер підключений до домашнього роутера та

необхідна організація його роботи в Всесвітній мережі Інтернет;

- центральний контролер підключений до домашнього роутера та необхідна організація його роботи в Всесвітній мережі Інтернет, але інтернет-провайдер видає динамічний IP-адрес.

В цьому розділі наведені основні складності, які можуть виникнути, при підключенні центрального контролера та способи їх вирішення.

Також продемонстровані можливості розробленого клієнтського веб-додатку системи, а саме:

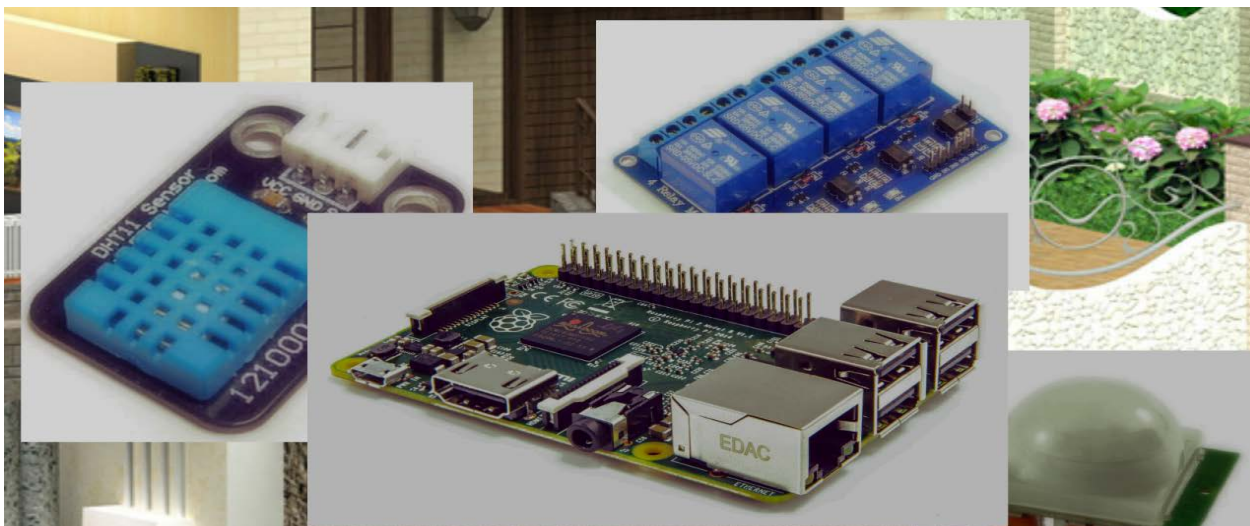
- віддалене керування приладами на кожному з поверхів будівлі;
- можливість встановлення оптимальної температури в кімнаті;
- переведення сенсору руху в режим «спостереження»;
- отримання поточної температури в кімнаті та надворі.

Проведена апробація результатів, у вигляді зібраної робочої схеми.

Для проведення тестів та апробації розробленої системи було зібрано на макетній платі систему, що включала в себе:

- мікрокомп'ютер Raspberry Pi;
- модуль реле, що представляє собою чотири поєднаних магнітних реле;
- сенсор руху;
- датчик температури та вологості повітря.

Інструментальні засоби для побудови макетної плати системи





Сторінка завдання параметрів контролю

