

УМНЫЕ ИННОВАЦИИ И ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ.
ЦИФРОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ

Научная статья
УДК 004.8

КИБЕРФИЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ

Сергей Владимирович Болотов¹, Леонид Юрьевич Сиваков²,
Константин Васильевич Захарченков³, Вячеслав Витальевич Потехин⁴

^{1,2,3}Белорусско-Российский университет, Могилев, Беларусь

¹s.v.bolotov@mail.ru

²magnum94@vk.com

³zaharchenkovkv@mail.ru

⁴Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

⁴slava.potekhin@spbstu.ru

Аннотация. В статье представлен проект киберфизической системы, предназначенной для интеллектуального контроля и управления микроклиматом с использованием мобильных и Web-приложений. Описаны основные компоненты, процесс функционирования, отличительные особенности, преимущества по сравнению с аналогами и область применения спроектированной киберфизической системы.

Ключевые слова: киберфизическая система, интеллектуальный контроль, управление микроклиматом, мобильное и Web-приложение.

CYBERPHYSICAL SYSTEM FOR INTELLIGENT CLIMATE CONTROL

Sergey V. Bolotov¹, Leonid Y. Sivakov², Konstantin V. Zakharchenkov³,
Vyacheslav V. Potekhin⁴

^{1,2,3}Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus

¹s.v.bolotov@mail.ru

²magnum94@vk.com

³zaharchenkovkv@mail.ru

⁴Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

⁴slava.potekhin@spbstu.ru

Abstract. This article describes the project of cyberphysical system, designed for intelligent climate control using mobile and Web-applications. Main components, process of functioning, distinctive features, advantages compared to analogous and application areas of the designed cyberphysical system are described.

Keywords: cyberphysical system, intelligent control, climate control, mobile and Web-application.

В процессе стремительно развития интеллектуальных, мобильных и Web-технологий, обеспечивающих постоянное улучшение качества жизни, возникает потребность в создании киберфизических систем, обеспечивающих контроль и управление параметрами микроклимата с использованием мобильных и Web-технологий [1]. Подобные киберфизические системы находят широкое применение на промышленных предприятиях, в офисах, на складах и в жилых помещениях [2].

В рамках спроектированной системы обеспечивается возможность выбора оптимальных режимов работы климатических установок, оптимизация переходных процессов при изменении параметров микроклимата, обнаружение и предотвращение аварийных ситуаций. Критерием оптимизации является минимизация расхода электроэнергии на работу климатических установок.

Структурная схема киберфизической системы для интеллектуального контроля и управления микроклиматом представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Структурная схема киберфизической системы для интеллектуального контроля и управления микроклиматом

Основными компонентами спроектированной киберфизической системы являются:

1) Блок датчиков. Содержит датчики температуры и влажности для контроля микроклимата в помещении; датчики силы тока и напряжения в сети для контроля мощности климатических установок.

2) Блок управления силой тока. Обеспечивает включение / выключение климатических установок при возникновении аварийных ситуаций и в случаях нахождения параметров микроклимата в пределах допустимых значений.

3) Блок передачи данных. Обеспечивает передачу данных о параметрах микроклимата и получение оптимальных параметров управления работой климатических установок. Передача данных может осуществляться по локальной сети, по WiFi, по GSM-каналу и через Интернет.

4) Web-приложение. Обеспечивает возможность управления климатическими установками через браузеры со стационарных компьютеров, ноутбуков, мобильных устройств, подключенных к локальной вычислительной сети или WiFi.

5) Мобильное приложение. Обеспечивает возможность управления климатическими установками с мобильных устройств через GSM-соединение, WiFi или Интернет.

В качестве датчиков температуры и влажности используются цифровые датчики, объединённые в один корпус [3]. Датчики тока и напряжения должны иметь гальваническую

развязку с силовыми цепями климатических установок [4]. Сбор сигналов с датчиков, первичную обработку данных, их передачу, управление включением / отключением и мощностью климатической установки осуществляет контроллер [5].

Спроектированная киберфизическая система функционирует следующим образом:

1) С датчиков температуры и влажности поступают данные о параметрах микроклимата (температуре и влажности).

2) Поступившие данные передаются на сервер и в мобильное приложение для последующего интеллектуального анализа. Передача данных может осуществляться по локальной вычислительной сети (ЛВС), WiFi, GSM-канал или по сети Интернет. На сервере данные и в мобильном приложении данные сохраняются в базах данных [6].

3) По результатам интеллектуального анализа данных на сервере и в мобильном приложении, текущих параметров микроклимата определяются оптимальные с точки зрения расхода электроэнергии режимы работы климатического оборудования. В результате блок управления силой тока обеспечивает оптимальные режимы работы, включение / выключение климатического оборудования.

4) Пользователи с помощью Web-приложений, запущенных в браузерах, и мобильных приложений с планшетов и смартфонов могут изменять параметры микроклимата. При этом спроектированная киберфизическая система автоматически определяет оптимальные с точки зрения расхода электроэнергии параметры переходного процесса и обеспечивает автоматическое управление работой климатических установок с помощью блока управления силой тока.

5) Изменение мощности климатического оборудования может осуществляться киберфизической системой автоматически в зависимости от прогноза погоды, что позволяет обеспечить заданные параметры микроклимата в помещениях при изменении температуры и влажности наружного воздуха.

Отличительными особенностями спроектированной киберфизической системы для интеллектуального контроля и управления микроклиматом являются алгоритмы интеллектуального анализа данных, позволяющие минимизировать расход электроэнергии при управлении климатическими установками. Оптимальные параметры управления выбираются по результатам «обучения» киберфизической системы на основе анализа режимов работы климатического оборудования, переходных процессов, изменения микроклимата в помещении при изменении погоды.

Практическая ценность спроектированной киберфизической системы состоит в реализации возможности постоянного автоматического контроля в реальном времени за работой климатического оборудования с компьютеров и мобильных устройств. Оптимальные значения силы тока при изменении параметров микроклимата и режимов работы электрооборудования позволяют уменьшить расход электроэнергии. Использование спроектированной киберфизической системы в ботанических садах, в экспериментальных хозяйствах упрощает процесс исследования и ухода за растениями. Установка подобных систем в библиотеках, музеях или складских помещениях обеспечивает сохранность выставочных экспонатов, книг сырья, материалов. В быту спроектированная система может использоваться в теплицах, банях, домах для поддержания оптимальных параметров микроклимата при минимальном расходе электроэнергии.

Преимущества киберфизической системы для контроля и управления микроклиматом:

– управление мощностью, включением / выключением климатического оборудования в зависимости от изменения параметров микроклимата в течение определенного времени;

– управление мощностью, включением / выключением климатического оборудования в зависимости от прогноза погоды;

– возможность контроля в реальном времени динамики изменения показателей датчиков;

- выработка рекомендаций по выбору рациональных режимов работы климатического оборудования;
- интеллектуальное управление мощностью климатических установок;
- возможность контроля в реальном времени динамики потребления электроэнергии климатическим оборудованием;
- возможность обнаружения в реальном времени аварийных ситуаций (например, падения температуры и/или влажности ниже критических значений).

Основные области применения киберфизической системы для контроля и управления микроклиматом:

- промышленные предприятия – контроль параметров микроклимата в производственных помещениях, автоматическое управление системами отопления, вентиляции, увлажнения воздуха;
- офисные помещения, архивы, библиотеки, жилые здания, учреждения образования, бани – оптимизация управления микроклиматом с учетом минимизации расхода потребляемой электроэнергии;
- сельское хозяйство (теплицы, склады, фермы) – оптимизация управления микроклиматом, управление подачей воды, кормов, внесением удобрений;
- системы “Умный дом” – автоматическое управление системами отопления, вентиляции, увлажнения воздуха.

Реализация и внедрение спроектированной киберфизической системы для интеллектуального контроля и управления микроклиматом позволит улучшить условия труда работников предприятий и офисов, качество жизни населения, повысить урожайность сельскохозяйственных культур, выращиваемых в теплицах при снижении затрат электроэнергии, потребляемой климатическими установками.

Список источников

1. Кувшинов Ю.Я., Самарин О.Д. Основы обеспечения микроклимата зданий: Учеб. для вузов. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. – 200 с.
2. Горбачев, Я.Г. Киберфизические системы. Методы высокоуровневого проектирования / Я.Г. Горбачев, А.Е.Платунов, В.Ю.Пинкевич, М.В.Кольчурина. – СПб: Университет ИТМО, 2022 – 48 с.
3. Болотов, С.В. Система оперативного дистанционного контроля пенополиуретановой изоляции трубопроводов тепловых сетей с цифровыми датчиками влажности / С.В. Болотов, Н.В. Герасименко // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2016. – N 2 (51). – С. 139-147.
4. Болотов, С. В. Разработка блока датчиков сварочного тока и напряжения на дуге / С. В. Болотов, А.В. Янкович, Н.К Бобков // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф. / редкол.: М.Е Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2021. – С.318.
5. Шварц Марко. Интернет вещей с ESP8266: Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2018. — 192 с.
6. Филлипс Билл, Стюарт Крис, Марсикано Кристин, Гарднер Брайан. Android. Программирование для профессионалов. 4-е издание. — СПб.: Питер, 2021. — 704 с.: ил.