

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРНЕТА УМНЫХ ВЕЩЕЙ**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

студента 4 курса 421 группы
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета КНиИТ
Лаптева Юрия Владиславовича

Научный руководитель
доцент, к. ф.-м. н.

А. Д. Панфёров

Заведующий кафедрой
к. ф.-м. н.

Л. Б. Тяпаев

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Общие сведения о предметной области	6
1.1 Интернет умных вещей	6
1.1.1 Как устроен Промышленный Интернет вещей	6
1.2 Системы мониторинга для муфельных печей и их применение	7
1.2.1 Механический контроллер температуры печи	7
1.2.2 Автоматический регулятор муфельной печи	8
1.2.3 ПИД-контроллер-программатор для муфельной печи	9
2 Сведения о конфигурации системы мониторинга технологического процесса	11
2.1 Однопалатный компьютер PrangePi One	11
2.2 Твердотельное реле SSR-25DA	11
2.3 Термопара К-типа и модуль преобразователя термопары MAX6675	11
2.4 Дисплей SPI 1602 LCD	11
2.5 Общая схема подключения	11
3 Теоретические сведения об используемых в разработке технологиях ...	11
3.1 Клиент-серверная архитектура	11
3.2 Серверная часть приложения	11
3.2.1 Python	11
3.2.2 Протокол SPI	11
3.2.3 Протокол I2C	11
3.2.4 Библиотека pyA20	11
3.2.5 JavaScript Object Notation	11
3.2.6 Библиотека Flask	11
3.3 Клиентская часть приложения	11
3.3.1 Javascript	11
3.3.2 HTML CSS	11
4 Разработка приложения	11
4.1 Серверная часть приложения	11
4.2 Клиентская часть приложения	11
4.2.1 Начальная страница	11
4.2.2 Страница текущего состояния	11
4.2.3 Страница режимов работы	11

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	11

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы технологии продвинулись далеко вперед. Были открыты новые направления как в промышленности, так и в ИТ сфере. Одной из ключевых концепций, позволивших расширить возможности технологических процессов является Интернет вещей.

Интернет вещей (IoT) - концепция, объединения различных устройств посредством как беспроводных технологий, так и через интернет. Устройства могут обмениваться информацией как при участии человека, так и без какого-либо вмешательства. Развитие концепции Интернета вещей произошло благодаря широкому распространению беспроводных сетей, смартфонов, ноутбуков.

Применение устройств из категории Интернета вещей так же получило распространение и в производстве. Были изобретены системы удаленного мониторинга с различными возможностями, требуемыми в конкретной отрасли.

Устройства из категории Интернет вещей можно найти и в ювелирном деле. Так появились устройства, способные точно и быстро вырезать необходимые заготовки из ювелирного воска по загруженным удаленно с ноутбука 3D моделям, лазерные установки, способные как выжигать сложные элементы на металле, так и прожигать его. Так же существуют контролеры для работы с муфельными печами. Данные устройства позволяют отслеживать и корректировать температуру внутри изолированного короба.

Муфельные печи появились в конце XVII - начале XVIII вв. и представляли собой контейнер (муфель), устойчивый к высоким температурам и имеющий непроницаемую для отвода тепла структуру. С увеличением масштабов производства необходимость таких конструкций значительно возросло.

В современном мире муфельные печи получили системы контроля температуры и времени работы. На рынке представлено широкий ассортимент систем мониторинга таких как: механический контролеры температуры печи, автоматические регуляторы муфельной печи.

На данный момент не существует гибко настраиваемых систем мониторинга для муфельных печей с возможностью дистанционного управления через WEB интерфейс.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка системы мониторинга технологического процесса со следующими функци-

оналом: поддержание определенной температуры в течении установленного периода времени(так называемых "температурных полок"), сбор, хранение и показ статистики о температуре и времени ее поддержания при работе устройства, удаленное создание и редактирование температурных полок.

Для реализации данной цели было необходимо решить следующие задачи:

- изучить общие положения концепции Интернета вещей;
- изучить представленные на рынке системы мониторинга для муфельных печей;
- разработать конструкцию муфельной печи, способную сохранять целостность при высоких температурах;
- изучить электронные компоненты, способные работать длительное время под нагрузками;
- продумать и разработать клиентскую и серверную часть приложения;

1 Общие сведения о предметной области

В данном разделе будут рассмотрены общие концепция Интернета умных вещей, история появления, развитие данной концепции. Также будут рассмотрены различные конфигурации систем мониторинга для муфельных печей и их основные различия.

1.1 Интернет умных вещей

Интернет вещей (IoT) - концепция, объединения различных устройств посредством как беспроводных технологий, так и через интернет. Устройства могут обмениваться информацией как при участии человека, так и без какого-либо вмешательства. Развитие концепции Интернета вещей произошло в 2008 - 2009 годах благодаря широкому распространению беспроводных сетей, смартфонов, ноутбуков.

Термин «Интернет вещей» появился в 1999 году когда сотрудник Procter and Gamble Кевин Эштон предложил использовать радиочастотные метки для оптимизации логистики корпорации. Для изучения данной концепции в Массачусетском технологическом институте был создан Центр автоматической идентификации.

Одним из главных направлений в развитии Интернета вещей можно считать Промышленный Интернет вещей. Это система подключенных компьютерных сетей и подключенных к ним производственных объектов с различными встроенными датчиками и специализированным программным обеспечением, позволяющим не только собирать и анализировать данные, но и удаленно управлять устройствами. Также в таких системах может использоваться полностью автоматическое управление без участия человека.

1.1.1 Как устроен Промышленный Интернет вещей

При внедрении концепции Промышленного Интернета вещей на оборудование устанавливаются различные датчики, управляемые электронно механизмы, контроллеры и различные интерфейсы для взаимодействия человека с машинами. В результате появляется возможность собирать и анализировать получаемые данные. Обработанные данные поступают на сервера, откуда доступны для просмотра и анализа уже людьми.

Такой сбор данных помогает предотвращать внеплановые простои, поломки оборудования, сбои в управлении, тем самым позволяя предприятию

функционировать более эффективно.

Уже сейчас появляются различные цифровые экосистемы, которые позволяют предприятиям объединять различные участки рынка, что в свою очередь позволяет комплексно подходить к анализу и грамотнее распределять производственные ресурсы.

1.2 Системы мониторинга для муфельных печей и их применение

В данном разделе будут рассмотрены основные конфигурации систем мониторинга для муфельных печей. их ключевые особенности, их плюсы и минусы, и их применение.

Базовой функцией для каждой системы мониторинга для муфельных печей можно считать поддержание определенной температуры в течении заданного времени. Все описанные ниже системы способны удерживать так называемые температурные полки, но отличаются количеством их установок.

На рынке существует несколько видов систем мониторинга для муфельных печей:

- механический контроллер температуры печи;
- автоматический регулятор муфельной печи;
- ПИД-контроллер-программатор для муфельной печи;

1.2.1 Механический контроллер температуры печи

Данный класс системы мониторинга предназначен для поддержания заданной температуры на протяжении всего времени, выставленного на таймере. Механический контроллер представляет собой термопару, подключенную к простому контроллеру, зачастую с возможностью выставления лишь одной поддерживаемой температуры на выставленное время. К плюсам данного класса устройств можно отнести:

- простота в использовании;
- долговечность;

К минусам таких устройств можно отнести:

- обязательное присутствие человека;
- зачастую невозможность установки больше чем одной температурной полки;
- невозможность передачи информации на удаленные устройства;

На рисунке 1 представлен общий вид класса данных устройств. Данный вид



Рисунок 1 – Общий вид механических контроллеров для муфельной печи

контроллеров невозможно отнести к Интернету вещей, так как процесс не автоматизирован и требует постоянного участия человека.

1.2.2 Автоматический регулятор муфельной печи

Данный класс системы мониторинга является улучшенной версией предыдущего класса устройств. Автоматический регулятор муфельной печи имеет уже микроконтроллер для более точного измерения температуры. Также данная система имеет возможность выставления нескольких необходимых температурных значений. К плюсам данного класса устройств можно отнести:

- возможность выставления нескольких необходимых температурных значений;
- проведение высокоточных температурных измерений по всей площади камеры;
- отсутствие необходимости нахождения рядом человека;

К минусам таких устройств можно отнести:

- невозможность составления прогнозов и недопущение повторения ошибок;
- невозможность передачи информации на удаленные устройства;

На рисунке 2 представлен общий вид класса данных устройств. Данный класс систем мониторинга можно частично отнести к Интернету вещей, так как процесс автоматизирован и не требует вмешательства человека, но для реализации поставленной в рамках выпускной квалификационной работы бакалавра цели не подходит, так как не имеет возможности интеграции с удаленными серверами.



Рисунок 2 – Общий вид автоматических регуляторов муфельной печи

1.2.3 ПИД-контроллер-программатор для муфельной печи

Данный класс систем мониторинга является самым востребованным на сегодняшний день. Работа данных устройств строится отслеживании состояния муфельной печи и образование немедленных соответствующих сигналов на управляющие устройства. Зачастую, данные устройства имеют на борту 2 дисплея, показывающие как установленную температуру, так и текущую. К плюсам данного класса устройств можно отнести:

- немедленное реагирование на текущий процесс с возможностью устранения неточностей;
- оценка отклонения, происходящих на всем периоде работы;
- отсутствие необходимости нахождения рядом человека;
- наличие инструментов для удаленной работы с устройствами;

К минусам таких устройств можно отнести:

- программирование таких устройств достаточно трудоемкое занятие, так как нужно обладать как специальными знаниями, так и специализированными инструментами

На рисунке 3 представлен общий вид класса данных устройств. Данный класс систем полностью соответствует концепции Промышленного Интернета вещей.

Для реализации цели выпускной квалификационной работы было принято решение использовать одноплатный микрокомпьютер, подходящий для реализации концепции данного типа устройств.



Рисунок 3 – Общий вид ПИД-контроллеров-программаторов для муфельной печи

2 Сведения о конфигурации системы мониторинга технологического процесса

2.1 Однопалатный компьютер PrangePi One

2.2 Твердотельное реле SSR-25DA

2.3 Термопара К-типа и модуль преобразователя термопары MAX6675

2.4 Дисплей SPI 1602 LCD

2.5 Общая схема подключения

3 Теоретические сведения об используемых в разработке технологиях

3.1 Клиент-серверная архитектура

3.2 Серверная часть приложения

3.2.1 Python

3.2.2 Протокол SPI

3.2.3 Протокол I2C

3.2.4 Библиотека pyA20

3.2.5 JavaScript Object Notation

3.2.6 Библиотека Flask

3.3 Клиентская часть приложения

3.3.1 Javascript

3.3.2 HTML CSS

4 Разработка приложения

4.1 Серверная часть приложения

4.2 Клиентская часть приложения

4.2.1 Начальная страница

4.2.2 Страница текущего состояния

4.2.3 Страница режимов работы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ