Проектирование и разработка автоматизированной системы управления котельной на C++

Техническое задание

Листов 14

Пермь 2023

**Оглавление**

[1. Введение 3](#_heading=h.1fob9te)

[2. Основания для разработки 3](#_heading=h.3znysh7)

[3. Назначение разработки 3](#_heading=h.2et92p0)

4. [Требования к](#_heading=h.3dy6vkm) программе или программному изделию 8

5. [Требования к программной документации](#_heading=h.1t3h5sf) 13

6. [Стадии и этапы разработки 1](#_heading=h.2s8eyo1)3

7. [Порядок контроля и приемки 1](#_heading=h.17dp8vu)4

**1. Введение**

**1.1. Наименование программы**

Наименование программы: “Разработка автоматизированной системы управления котельной”. Далее по тексту – система.

**1.2. Краткая характеристика области применения**

Система предназначена для управления котельной пользователем дистанционно с помощью приложения, установленного на компьютер или телефон. Данное приложение должно позволять пользователю включать и выключать систему отопления, изменять температуру помещения, а также уведомлять об аварийной ситуации и сообщать о расходах энергии.

**2. Основания для разработки**

**2.1. Основания для проведения разработки**

“Разработка автоматизированной системы управления котельной” разрабатывается в соответствии с первой частью творческого задания по разработке автоматизированного рабочего места специалиста. Задание утверждено доцентом кафедры ИТАС Поляковой О. А. от 20.04.2023.

Согласно требованиям Поляковой О. А., именуемой заказчиком, исполнители, Баяндин К. С., Бражкин Е. В., Будин Д. В. и Молоков А. М., обязаны разработать систему не позднее 20.05.2023.

**3. Назначение разработки**

**3.1. Функциональное назначение**

Система должна предоставлять информацию специалисту о температуре помещения с возможностью её изменения, данные о расходах топлива, уведомлять о неисправностях в отопительной системе.

Благодаря приложению любой пользователь всегда будет осведомлен о работе автономной отопительной системы дома, а также сможет управлять данной системой дистанционно.

**3.2. Эксплуатационное назначение**

Целью работы автоматизированного рабочего места специалиста является выявление ошибок (*см. Таблица 1)*.

Таблица 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ошибка | Причины | Рекомендации по устранению ошибки |
| 1. Давление в котле падает или растет | 1. Лопнула испарительная или дымогарная труба в котле | Немедленно вывести котел из действия. После остывания котла лопнувшую трубу заглушить или заменить. В огнетрубных котлах для глушения дымогарных труб достаточно прекратить горение. |
| 2. Неисправен предохранительный клапан | Отрегулировать предохранительный клапан или вывести котел из действия для устранения неисправности. |
| 3. Свищи в трубах, не компенсируемые увеличением питания (давление пара падает). | Котел вывести из действия, поврежденные трубы заглушить или заварить. |
| 4. Неисправны автоматические регуляторы. | Проверить действие автоматических регуляторов. |
| 5. Закрыт импульсный клапан или засорился трубопровод к регулятору давления пара. | Перейти на ручное управление горением и устранить неисправность. |
| 2. Температура перегретого пара снизилась при включенном главном пароохладителе | 1. Нарушилась нормальная работа регулятора температуры перегретого пара. | Устранить неисправность регулятора. |
| 2. Пароохладитель пропускает (свищ). | Отключить пароохладитель и продолжать эксплуатацию котла или отключить котел и исправить повреждения. |
| 3. Обвалилась (прогорела) обмазка на шипованных экранах. | При первой возможности восстановить слой обмазки по прекращению действия котла. |
| 3. Температура перегретого пара снизилась при отключенном главном пароохладителе или его отсутствии | 1. Повысилась влажность насыщенного пара вследствие высокого уровня воды и/или высокой концентрации солей в котле. | Снизить уровень воды в котле, довести продувкой солесодержание котловой воды до нормы. |
| 2. Поверхность нагрева пароперегревателя загрязнилась. | Произвести обдувку пароперегревателя; по прекращении действия котла осмотреть пароперегреватель и произвести его чистку. |
| 4. Температура перегретого пара повысилась | 1. Нарушилась нормальная работа регулятора температуры перегретого пара. | Устранить неисправность регулятора. |
| 2. Пропускает клапан верхнего или нижнего продувания. | Проверить плотность клапанов и устранить неисправности. |
| 3. Большой избыток воздуха в топке. | Уменьшить давление воздуха. Проверить плотность обшивки. Не плотность устранять немедленно или, если это невозможно, с приходом в порт. |
| 4. Поверхности нагрева котла и экономайзера загрязнились. | Произвести сажеобдувку. При очередном выводе котла из действия произвести наружную чистку поверхностей нагрева котла. |
| 5. Распыливание топлива неудовлетворительное, приводящее к догоранию топлива в газоходах. | Немедленно вывести котел из действия. |
| 6. Температура питательной воды понизилась. | Повысить температуру питательной воды до спецификационной. Если принятых мер недостаточно и температура перегретого пара выше нормальной, снизить нагрузку котла. |
| 5. Уровень воды в водоуказательном приборе повышается или понижается | 1. Водоуказательный прибор показывает неправильный уровень. | Продуть водоуказательный прибор. |
| 2. Нарушена нормальная работа регулятора питания. | Перейти на ручное управление питанием, устранить неисправности регулятора. |
| 3. Нарушена нормальная работа питательного насоса. | Усилить наблюдение за уровнем. Пустить второй насос, отрегулировать или остановить неисправный, немедленно устранить неисправность. |
| 6. Уровень воды в водоуказательном приборе резко колеблется | 1. Солесодержание или щелочность котловой воды чрезмерно велики. | С разрешения старшего механика снизить нагрузку котла. Продуть котел. Довести показатели солесодержания или щелочности до нормы, после чего поднять нагрузку до требуемой. |
| 2. «Вскипание» воды в котле (сопровождается гидравлическими ударами в паропроводе, снижением температуры перегретого пара). | Усилить верхнее продувание. |
| 3. В котел попали нефтепродукты (явления подобны «вскипанию». Беловато-мутный вид и характерный запах пробы котловой воды. Слой масла или топлива в водоуказательных приборах, но не всегда). | Усилить верхнее продувание. |
| 7. Уровень воды в водоуказательном приборе отличается от уровня в другом приборе и медленно восстанавливается после продувки | 1. Засорены каналы в водоуказательном приборе или неправильно установлены прокладки. | Заменить прибор запасным. |
| 2. Засорены каналы к водоуказательному прибору | Снять прибор, очистить каналы до секущих клапанов. В случае необходимости вывести котел из действия. |
| 8. Распыливание топлива неудовлетворительное | 1. Низкая температура подогрева топлива | Повысить температуру топлива |
| 2. Давление топлива низкое | Поднять давление топлива до нормы |
| 3. Топливные каналы форсунки засорились. | Продуть паром или разобрать форсунку и прочистить. |
| 4. Паровые каналы засорились или в паропроводе перед форсунками скопился конденсат (для паромеханических форсунок). | Продуть паропровод перед форсунками и паровые каналы, повысить давление пара, или сменить форсунку. |
| 5. Изношены распылители форсунок, головки закоксованы. | Проверить соответствие распылителей чертежам, сменить изношенные детали. |
| 6. Плохое перемешивание топлива с воздухом вследствие неправильной установки или деформации воздухонаправляющих устройств. | Проверить установку воздухонаправляющих устройств, исправить или заменить дефектные детали. |
| 7. Форсунки или диффузор неправильно установлены вдоль оси фурмы. | Передвинуть форсунку или диффузор (отцентровать форсунку). |
| 8. Имеются пропуски и подтекания топлива из-за неправильной сборки форсунок. | Сменить форсунку. Проверить состояние и подгонку поверхностей деталей распылителей. |
| 9. Давление закрытия клапана после подрыва ниже требуемого | 1. Шток клапана в направляющей заедает. | Устранить несоосность направляющей и штока клапана. |
| 2. Качество пружины клапана неудовлетворительное. | Проверить жесткость пружины и при необходимости заменить ее. |
| 10. Пожар в хвостовых поверхностях нагрева котла, обнаруживаемый по резкому увеличению температуры обшивки, или уходящих газов | 1. Интенсивное отложение сажи при малых нагрузках и возгорание ее при последующем переходе на нормальную нагрузку при несвоевременном проведении сажеобдувки. | Следовать инструкции для данного типа котельных установок. |
| 2. Пропуски воздуха в газовую сторону из-за проседания или ослабления труб в трубных досках воздухоподогревателей, наличия трещин в трубных досках (на перемычках), повреждения самих труб. | Следовать инструкции для данного типа котельных установок. При первой возможности устранить пропуски воздуха в газовую сторону воздухоподогревателя. |

**4. Требования к программе или программному изделию**

**4.1. Требования к функциональным характеристикам**

***4.1.1. Требования к составу выполняемых функций***

Программа должна обеспечивать возможность выполнения перечисленных ниже функций.

1. Учет контактной информации о пользователях системы.

1.1. Ввод информации

1.2. Редактирование информации

1.3. Просмотр информации

1.4. Поиск информации

2. Регулирование системы отопления – например, с целью экономии газа и снижения стоимости за отопление в период отсутствия пользователя котел можно включать на минимальную мощность или вообще выключать.

3. Вывод сообщения о неисправностях системы – анализ неисправностей и выдача протокола об ошибках и их исправлениях (в виде кода).

4. Вывод сообщения о расходах газа в денежном эквиваленте – на основании цены и объема затрачиваемого газа будет высчитываться стоимость затрачиваемого газа.

5. Управление температурой помещения – данная функция позволит оператору менять температуру котельной в соответствии с желаниями пользователя.

6. Возможность расширения ПО – изменение дизайна, обновление системы, добавление различных других функций.

*Ввод и редактирование информации в систему*

В системе должна быть предусмотрена возможность ввода и редактирования информации о сотрудниках и пользователях организации.

1. У специалистов логин и пароль

2. Возможность доступа к системам управления разных домов

3. Возможность расширения базы пользователей

*Поиск и просмотр информации о пользователях*

В Системе должна быть предусмотрена возможность поиска и

просмотра информации о пользователях. Поиск информации должен

выполняться по логину пользователя.

***4.1.2. Требование к организации входных данных***

*Пользователь системы*

Таблица 2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Тип** | **Размер** | **Описание параметра** |
| Почта | Строка | 50 |  |
| Фамилия | Строка | 50 |  |
| Имя | Строка | 50 |  |
| Отчество | Строка | 50 |  |
| Адрес | Строка | 1024 |  |
| Номер объекта | Целочисленный |  |  |
| Информация об отопительной системе | Строка | 1024 |  |
| Включить/выключить систему отопления | Логический (булевый) |  |  |
| Температура | Вещественный |  |  |

***4.1.3. Требования к организации выходных данных***

*Списки сотрудников*

Списки сотрудников должны быть представлены в виде таблицы.

Таблица 3.

Структура списка сотрудников

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ФИО** | **Должность** | **Контактная информация** |

*Исходная информация о котельной*

Таблица 4.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Тип** | **Размер** | **Описание параметра** |
| Информация об отопительной системе | Строка | 1024 |  |
| Включена/выключена отопительная система | Логический (булевый) |  |  |
| Температура | Вещественный |  |  |
| Оповещение о неисправности | Строка | 50 |  |

*Сервисная информация о котельной*

Таблица 5.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Тип** | **Размер** | **Описание параметра** |
| Информация о контактной информации пользователя | Строка | 1024 |  |
| Информация об отопительной системе | Строка | 1024 |  |
| Включена/выключена отопительная система | Логический (булевый) |  |  |
| Температура | Вещественный |  |  |
| Ошибки неисправностей в отопительной системе | Справочник |  | Ссылка на справочник ошибок |

***4.1.4. Требования к временным характеристикам***

В случае выявления системой какой-либо ошибки из таблицы 1, система должна обработать причины возникновения данной ошибки и принять рекомендации по устранению данной ошибки не позднее 30 секунд. В том случае, если причину возникновения ошибки не удастся найти с первого раза, система должна повторно запустить диагностику и принять рекомендации по устранению данной ошибки не позднее 30 секунд. В случае, если система дважды не найдет причину ошибки, следует немедленно вывести котел из действия.

После изменения информации о котельной или пользователе в базе данных, новая информация должна отображаться не позднее 5 секунд.

**4.2. Требования к надежности**

***4.2.1 Требования к обеспечению надежного (устойчивого) функционирования программного обеспечения***

Надежное (устойчивое) функционирование системы должно быть

обеспечено выполнением исполнителем совокупности организационно-

технических мероприятий, а именно:

1) Организацией бесперебойного питания серверного и

коммуникационного оборудования;

2) Использованием лицензионного программного обеспечения;

3) Регулярным выполнением рекомендаций Министерства труда и

социального развития РФ, изложенных в Постановлении от 23 июля

1998 г. “Об утверждении межотраслевых типовых норм времени на

работы по сервисному обслуживанию ПЭВМ и оргтехники и

сопровождению программных средств”;

4) Регулярным выполнением требований ГОСТ 51188-98. “Защита

информации. Испытания программных средств на наличие

компьютерных вирусов”.

***4.2.2 Время восстановления после отказа***

Время восстановления после отказа, вызванного сбоем электропитания технических средств (иными внешними факторами), не должно превышать 10 минут при условии соблюдения условий эксплуатации технических и программных средств.

Время восстановления после отказа, вызванного неисправностью технических средств, не должно превышать времени, требуемого на устранение неисправностей технических средств.

***4.2.3 Отказы из-за некорректных действий оператора***

Отказы программы возможны вследствие некорректных действий специалиста при взаимодействии с системой. Во избежание возникновения отказов системы по указанной выше причине следует отслеживать ошибки в отопительной системе и своевременно на них реагировать.

**4.4. Требования к составу и параметрам технических средств**

В системе должен быть использован контроллер “ESP8266 NodeMCU V3”.

NodeMCUоснован на микроконтроллере ЕSР8266, разработанном и произведенном компанией Espressif Systems в Шанхае. ЕSР8266 имеет встроенный загрузчик, который позволяет довольно легко прошивать плату программным кодом.

Существуют также другие микроконтроллеры:

1. Microchip Technology с серией PIC – например, у PIC6F628 следующие характеристики: встроенный тактовый генератор для работы с частотой 4 или 8 МГц; 18 пинов, из них 16 — ввод/вывод, а 2 — питание; для работы на более высоких частотах можно подключить кварцевый резонатор; Flash-память объемом 2048 слов; 4 аналоговых входа; два 8-битных таймера и один 16-битный; 224 байта ОЗУ; интерфейс UART.

2. AVR от компании Atmel – например, характеристики ATmega328P: предельная частота работы 20 МГц; 23 пина ввода-вывода; Flash-память на 32 Кбайта; 8 аналоговых входов; два 8-битных таймера и один 16-битный; 6 ШИМ-каналов; 2 Кбайта RAM; интерфейсы UART, SPI, I2C.

Технические особенности ESP8266 NodeMCU V3:

* Простота в использовании для проектов интернета вещей благодаря подключению micro-USB и встроенному WiFi.
* Высокая вычислительная мощность до 160 МГц.
* Рабочее напряжение – 3,3 В.
* Разрешение АЦП – 10 бит (0…1023).
* Максимальный постоянный ток на вывод ввода-вывода – 12 мА.
* Flash-память – 4 Мб.
* Длина х Ширина – 58 мм х 31 мм.

Среди этих особенностей можно выделить достоинства перед другими микроконтроллерами: простота в использовании для проектов интернета вещей благодаря подключению micro-USB и встроенному WiFi, а также высокая вычислительная мощность до 160 МГц и Flash-память размером в 4 Мб. К недостаткам относится низкий уровень интерфейса ввода-вывода общего назначения (GPIO), а также отсутствует Bluetooth подключение.

**4.5. Требования к информационной и программной совместимости**

***4.5.1. Требования к информационным структурам и методам решения***

Приложение для Windows должно быть разработано на Windows Forms, приложение для Android – Android Studio.

**5. Требования к программной документации**

**5.1. Предварительный состав программной документации**

Состав программной документации должен включать в себя:

1. Техническое задание.

2. Общая документация по разработке

**6. Стадии и этапы разработки**

**6.1. Стадии разработки**

Разработка должна быть проведена в три стадии:

1. Разработка технического задания
2. Техническое (рабочее) проектирование
3. Разработка образца

**6.2. Этапы разработки**

1. Разработка, согласование и утверждение настоящего Технического

задания.

2. Разработка системы:

1. Разработка ПО контроллера

* Откладка
* Тестирование
* Прошивка

2. Разработка приложения под Windows для специалиста

* Откладка
* Тестирование

3. Разработка приложения под Android для пользователя

* Откладка
* Тестирование

4. Создание физической модели

* Проектирование
* Сборка
* Тестирование

3. Демонстрация работы системы на тестовой модели.

**7. Порядок контроля и приемки**

Приемосдаточные испытания системы должны проводиться на кафедре ИТАС ПНИПУ в сроки с 20.05.2023 до указанных заказчиком.