

ДОДАТОК А

Лістинг програми програмного модулю автоматизації

```
#include <iostream>
#include <modbus.h> // Библиотека для modbus связи
#include <windows.h> // Для функций задержки и времени

// Константы
const int SET_T1_MIN = 50, SET_T1_MAX = 80; // Заданные минимум и максимум
температуры подачи
const int SET_F1_MIN = 100, SET_F1_MAX = 500; // Заданные минимум и
максимум расхода подачи
const int SET_P1_MIN = 2, SET_P1_MAX = 6; // Заданные минимум и максимум
давления подачи
const int MAX_SPEED = 100; // Максимальная скорость насоса
const int BUFFER_SIZE = 1024; // Размер буфера для отправки данных

// Глобальные переменные
int IN_T1, IN_F1, IN_P1, IN_T2, IN_F2; // Входные сигналы
bool T1_Alarm, F1_Alarm, P1_Alarm, System_Alarm;
int Pump_Speed, Valve_Position;
int Buffer[BUFFER_SIZE];
int Idx = 0;

// Функции для расчета скорости насоса и положения клапана
int CALC_PumpSpeed(int temp, int flow) {
    // Логика расчета скорости насоса
```

```
// Для примера, просто возвращаем пропорциональное значение
return (temp + flow) / 2;
}

int CALC_ValvePos(int pressure) {
    // Логика расчета положения клапана
    // Для примера, просто возвращаем пропорциональное значение
    return pressure * 10;
}

// Функция для отправки данных на SCADA
void SendToSCADA(int* data, int len) {
    modbus_t* ctx = modbus_new_tcp("192.168.1.100", 502); // Подключение к
SCADA серверу
    if (modbus_connect(ctx) == -1) {
        // Ошибка подключения
        std::cerr << "Connection failed: " << modbus_strerror(errno) << std::endl;
        return;
    }

    // Отправка данных через Modbus TCP
    if (modbus_write_registers(ctx, 0, len, data) == -1) {
        std::cerr << "Write failed: " << modbus_strerror(errno) << std::endl;
    }

    modbus_close(ctx);
    modbus_free(ctx);
}
```

```
// Заглушки для функций чтения и записи аналоговых сигналов, а также  
временных функций
```

```
int ReadAnalogInput(int channel) {
```

```
    // Здесь должна быть ваша логика чтения аналогового входа
```

```
    return channel * 10; // Заглушка, возвращаем примерное значение
```

```
}
```

```
void WriteAnalogOutput(int channel, int value) {
```

```
    // Здесь должна быть ваша логика записи аналогового выхода
```

```
    std::cout << "Channel " << channel << " set to value " << value << std::endl;
```

```
}
```

```
unsigned long millis() {
```

```
    return GetTickCount();
```

```
}
```

```
void delay(int ms) {
```

```
    Sleep(ms);
```

```
}
```

```
int main() {
```

```
    while (true) {
```

```
        // Чтение входных сигналов
```

```
        IN_T1 = ReadAnalogInput(0); // Температура подачи
```

```
        IN_F1 = ReadAnalogInput(1); // Расход подачи
```

```
        IN_P1 = ReadAnalogInput(2); // Давление подачи
```

```
        IN_T2 = ReadAnalogInput(3); // Температура возврата
```

```
        IN_F2 = ReadAnalogInput(4); // Расход возврата
```

```
        // Проверка предельных значений
```

```
T1_Alarm = (IN_T1 < SET_T1_MIN || IN_T1 > SET_T1_MAX);
F1_Alarm = (IN_F1 < SET_F1_MIN || IN_F1 > SET_F1_MAX);
P1_Alarm = (IN_P1 < SET_P1_MIN || IN_P1 > SET_P1_MAX);

// Регулирование насоса
if (T1_Alarm || F1_Alarm) {
    Pump_Speed = MAX_SPEED;
} else {
    Pump_Speed = CALC_PumpSpeed(IN_T1, IN_F1);
}

// Выходной сигнал на насос
WriteAnalogOutput(0, Pump_Speed);

// Регулирование клапана
if (P1_Alarm) {
    Valve_Position = 0; // Закрыть клапан
} else {
    Valve_Position = CALC_ValvePos(IN_P1);
}

// Выходной сигнал на клапан
WriteAnalogOutput(1, Valve_Position);

// Проверка критических условий
System_Alarm = (T1_Alarm && P1_Alarm);
if (System_Alarm) {
    // Выполнить аварийное отключение
    std::cerr << "System alarm! Emergency shutdown!" << std::endl;
    break; // Выход из цикла
}
```

```
}  
  
// Запись данных в буфер  
Buffer[Idx++] = IN_T1;  
Buffer[Idx++] = IN_F1;  
// ... другие данные  
if (Idx >= BUFFER_SIZE) Idx = 0;  
  
// Отправка данных на SCADA каждые 5 секунд  
static unsigned long lastSendTime = 0;  
unsigned long currentTime = millis();  
if (currentTime - lastSendTime >= 5000) {  
    SendToSCADA(Buffer, BUFFER_SIZE);  
    lastSendTime = currentTime;  
}  
  
delay(100); // Задержка 100 мс  
}  
  
return 0;  
}
```

ДОДАТОК Б

Лістинг програми експериментальної частини

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <string>
#include <cstdlib>
#include <ctime>

// Function to check if the temperature is within acceptable range
std::string checkTemperature(double temperature, double minTemp = 18.0,
double maxTemp = 22.0) {
    if (temperature < minTemp) {
        return "Temperature is too low. Increase the heat carrier temperature.";
    }
    else if (temperature > maxTemp) {
        return "Temperature is too high. Decrease the heat carrier temperature.";
    }
    else {
        return "Temperature is within the acceptable range.";
    }
}

// Function to generate random temperatures in the range [min, max]
double getRandomTemperature(double min = 10.0, double max = 30.0) {
    return min + (rand() / (RAND_MAX / (max - min)));
}

// Main function
```

```
int main() {  
  
    srand(static_cast<unsigned int>(time(0)));  
  
    std::vector<double> temperatures(10);  
  
    for (double& temp : temperatures) {  
        temp = getRandomTemperature();  
    }  
  
    // Acceptable temperature range  
    double minTemp = 18.0;  
    double maxTemp = 22.0;  
  
    // Check each temperature in the array  
    for (double temp : temperatures) {  
        std::string result = checkTemperature(temp, minTemp, maxTemp);  
        std::cout << "Temperature: " << temp << " - " << result << std::endl;  
    }  
  
    return 0;  
}
```

ДОДАТОК В

Демонстраційний матеріал

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНИКИ

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації
та робототехніки

Кваліфікаційна робота на
тему

Удосконалення модуля системи автоматизації для управління режимами роботи теплообмінника на центральному тепловому пункті

Виконав:
ст. групи АКТАКІТ-20-2
Редькін К.С

Наук. керівник:
доц. Іванов Л.С.

Харків 2024

Актуальність роботи – потреба у модернізації і повноцінній автоматизації ЦТП з метою забезпечення ефективності, надійності та комфорту для споживачів.

Мета роботи – підвищення ефективності автоматизованого управління режимами роботи ЦТП на основі застосування сучасних технічних та програмних засобів.

Об'єкт роботи – процеси автоматизації управління режимами роботи центрального теплового пункту.

Предмет роботи – автоматизована система управління центральним тепловим пунктом.

Задачі дослідження:

- дослідження ступеня автоматизації сучасних центральних теплостачальних пунктів в Україні;
- аналіз технічного обладнання та програмного забезпечення;
- визначення основні принципи вдосконалення модуля автоматизації;
- визначення основних технічних засоби модулю автоматизації;
- визначення концептуальних напрямів подальшого розвитку ЦТП.

2

Регулювання надходження теплоти до будинку можливо здійснювати шляхом зміни трьох параметрів:

- витрат теплоносія, шляхом зменшення проходу для води у процесі часткового закривання запірно-регулювальної арматури;
- температури теплоносія, на вході до системи опалення шляхом дозованого підмішування води із зворотного трубопроводу системи опалення в подавальний трубопровід в ІТП;
- кількості годин роботи системи опалення шляхом повного припинення подачі теплоносія до системи опалення.

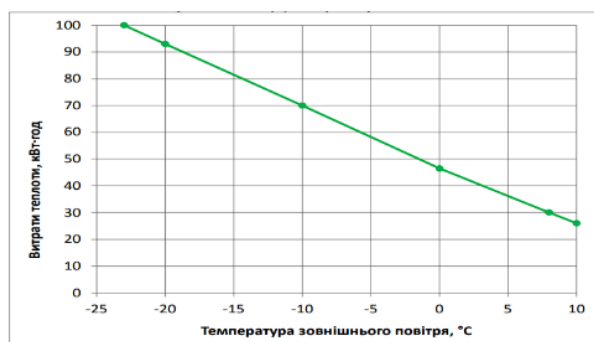


Рисунок 1 – Залежність витрат теплоти від температури зовнішнього повітря

3

Більшість обладнання, як датчики температури та тиску, надають лише базову інформацію, включно з програмними логічними контролерами, які лише контролюють подачу води, не адаптуючись до кліматичних умов.

Нездатність адаптуватися до кліматичних умов може призвести до неефективного використання енергії та ресурсів, спричиняючи надмірне споживання тепла або недостатнє тепlopостачання в разі різких змін температури.

Застаріла система контролю та моніторингу в зазначених умовах не забезпечує своєчасного реагування на зміну параметрів довкілля і потребує модернізації для досягнення оптимальної ефективності.



Рисунок 2 – Сучасний ЦТП
Шевченківського району на стан 2024
року

4



Рисунок 3 – Блочний тепловий пункт з
обладнанням та приборами обліку

Основна функція ПЛК полягає в управлінні необхідними рівнями температури і пов'язаними з ними часовими інтервалами витримки нагріву в печі. Перетворювач частоти використовується для управління динамічною зміною температури між різними робочими точками. Така інтеграція ПЛК і частотного керування показує можливість повного контролю температури від нуля до максимуму в динамічних і статичних умовах, у разі підвищення або зниження температури.

В теплових пунктах (рисунок 1.2) передбачають розміщення обладнання, арматури, пристроїв контролю, управління та автоматизації, за допомогою яких здійснюється :

- перетворення виду теплоносія або його параметрів;
- контроль та регулювання параметрів теплоносія;
- відключення систем споживання теплоти;
- водопідготовка для систем гарячого водопостачання.



Рисунок 4 – Контролерна шафа

5

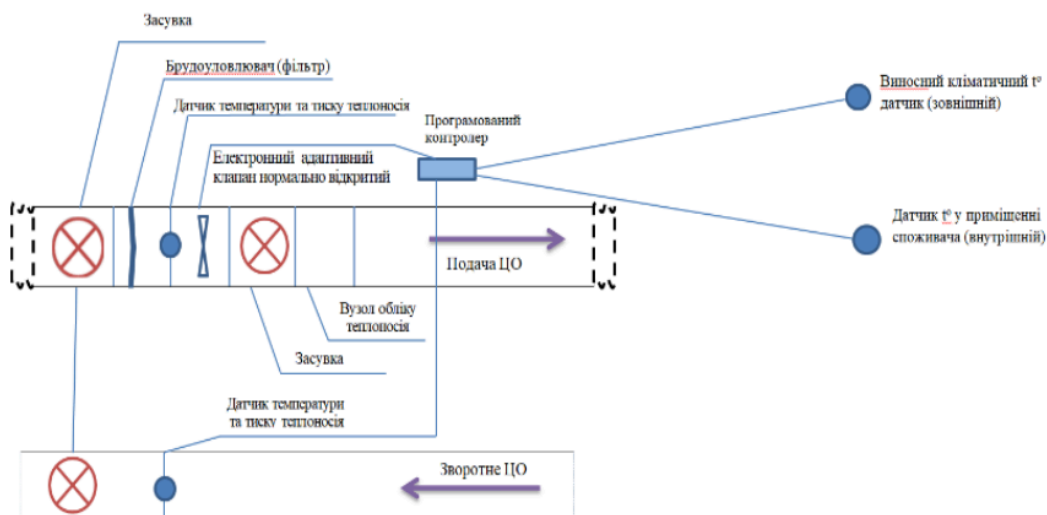


Рисунок 5– структурна схема удосконаленого модуля системи автоматизації ЦТП

На структурній схемі удосконаленого модуля системи: датчики температури та тиску теплоносія, винесний датчик визначення температури повітря (кліматичний), винесний датчик визначення температури повітря (у приміщенні),електронний адаптивний клапан,програмований контролер, засоби передачі даних.

6



Рисунок 6 – VVG44



Рисунок 7 – DST P140



Рисунок 8 – SITRANS TS500



Рисунок 9 – Vaisala HMP155



Рисунок 10 – Siemens SIMATIC S7-1200



Рисунок 11 – SITRANS FM MAG 5000



Рисунок 12 – Wilo-Stratos MAXO

7

T_1 – датчик температури, що визначає температури теплоносія, який відправляється в систему тепlopостачання;

F_1 – витратомір, який визначає витрати теплоносія;

P_1 – датчик тиск, який визначає тиск в трубопроводі;

T_2 – датчик температури, що визначає температури теплоносія, що повернувся з системи тепlopостачання;

F_2 – витратомір, який визначає кількість теплоносія, використовується для визначення підтікання в системі тепlopостачання;

P_2 – датчик тиск, який визначає тиск в трубопроводі;

NS – насос;

H – клапан.

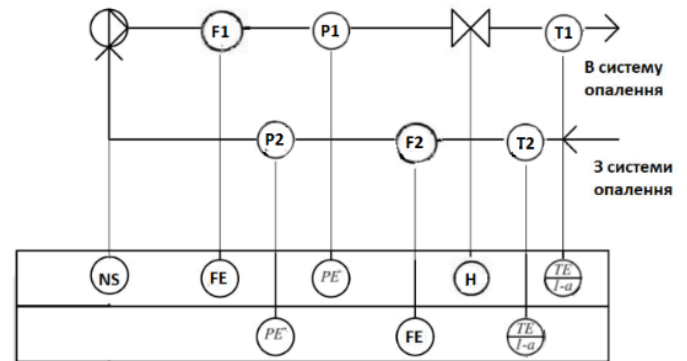


Рисунок 13 – Функціональна схема автоматизації процесу подачі теплоносія споживачу

8

SCADA – програмний пакет, призначений для розробки або забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки, відображення та архівування інформації про об'єкт моніторингу або управління.

Основні функції **SCADA** наступні:

- збір даних від апаратури процесу і дистанційне керування обладнанням. Ведення БД реального часу;
- створення графічного інтерфейсу для моніторингу та управління процесом оператором;
- автоматизація виконання робочих процесів прийняття рішень оператором;
- розрахунок вторинних показників ефективності виробництва, статистики ходу процесу, роботи обладнання тощо.

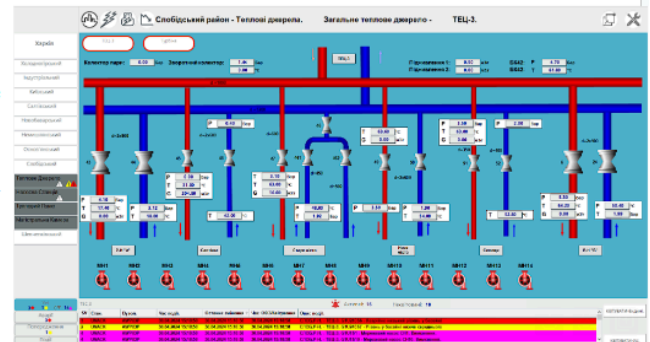


Рисунок 14 – Стан режимів технічних засобів ТЕЦ-3

9

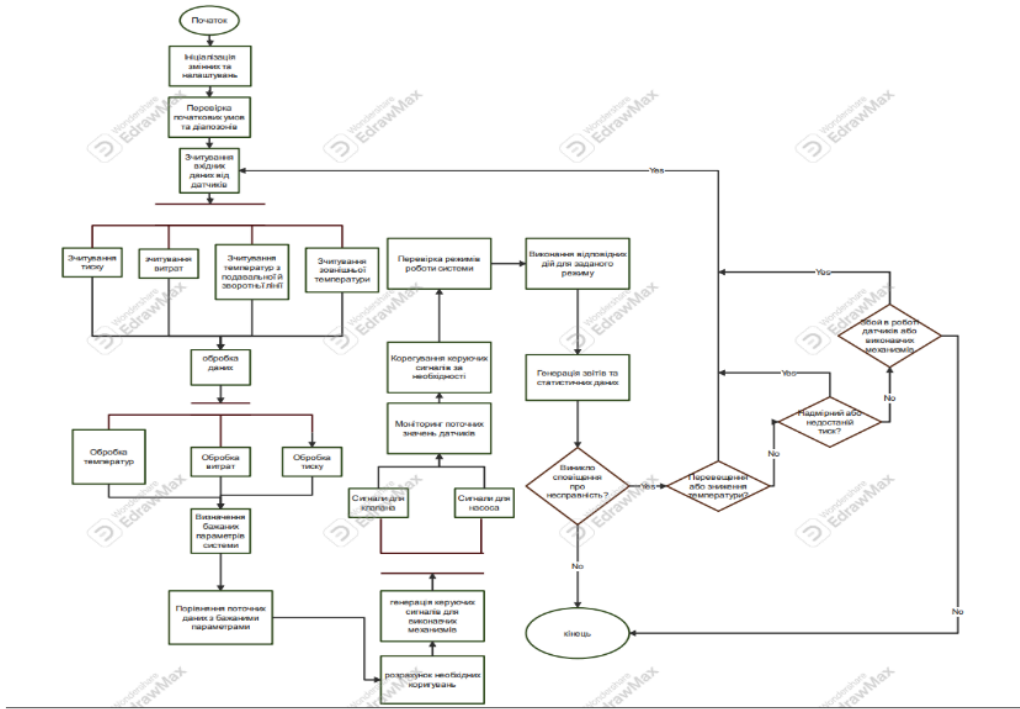


Рисунок 15 – Алгоритм роботи програмного забезпечення

```
std::string checkTemperature(double temperature, double minTemp = 18.0, double maxTemp = 22.0) {
    if (temperature < minTemp) {
        return "Temperature is too low. Increase the heat carrier temperature.";
    }
    else if (temperature > maxTemp) {
        return "Temperature is too high. Decrease the heat carrier temperature.";
    }
    else {
        return "Temperature is within the acceptable range.";
    }
}
```

Рисунок 16 – Функція перевірки діапазону даних

```
std::string checkTemperature(double temperature, double minTemp = 18.0, double maxTemp = 22.0) {
    if (temperature < minTemp) {
        return "Temperature is too low. Increase the heat carrier temperature.";
    }
    else if (temperature > maxTemp) {
        return "Temperature is too high. Decrease the heat carrier temperature.";
    }
    else {
        return "Temperature is within the acceptable range.";
    }
}
```

Рисунок 18 – Функція перевірки значень температури та видачі відповідного повідомлення

```
int main() {
    srand(static_cast<unsigned int>(time(0)));
    std::vector<double> temperatures(10);
    for (double& temp : temperatures) {
        temp = getRandomTemperature();
    }
}
```

Рисунок 17 – Рандомайзер

```
temperature: 18.2534 - Temperature is within the acceptable range.
temperature: 14.2122 - Temperature is too low. Increase the heat carrier temperature.
temperature: 23.1297 - Temperature is too high. Decrease the heat carrier temperature.
temperature: 11.2568 - Temperature is too low. Increase the heat carrier temperature.
temperature: 16.4473 - Temperature is too low. Increase the heat carrier temperature.
temperature: 19.5346 - Temperature is within the acceptable range.
temperature: 22.1781 - Temperature is too high. Decrease the heat carrier temperature.
temperature: 24.8888 - Temperature is too high. Decrease the heat carrier temperature.
temperature: 15.7631 - Temperature is too low. Increase the heat carrier temperature.
temperature: 23.3348 - Temperature is too high. Decrease the heat carrier temperature.
```

Рисунок 19 – Результат програми

ВИСНОВКИ

Отримані під час роботи результати свідчать про те, що для підвищення ефективності автоматичного управління ЦТП основних режимів необхідно провести комплекс заходів, спрямованих на модернізацію існуючої системи. Діагностика роботи сучасних ЦТП в Україні показала, що більшість з них працюють як на застарілому обладнанні, так і з використанням застарілих методів автоматизації і контролю, що значно обмежує їх ефективність та можливості гарантувати стабільність опалення.

Проаналізувавши стан технічного обладнання та програмного забезпечення, було виявлено, що варто замінити застарілі компоненти на сучасні. Зокрема, варто звернути увагу на спеціальні можливості під час впровадження програмованих логічних контролерів, систем управління будівлями, SCADA та алгоритмів і штучного інтелекту для оптимізації всіх процесів.

Найпоширеніші проблеми було визначено як відсутність інтеграції, вимірювань та алгоритмів контролю, а також відсутність засобів моніторингу та аналітики. Ці проблеми можна вирішити шляхом застосування сучасних технологій для забезпечення гнучкості та імітації.

Дякую за Увагу!

№ доку-мента	Позначення	Найменування	Додаткові відомості
		<u>Текстові документи</u>	
1	ГЮИК.210315.ххх ПЗ	Пояснювальна записка	А4, 65 с.

						<u>Додаткові матеріали</u>		
2						Демонстраційні матеріал у вигляді презентації	A4, 87 с.	
						ГЮИК.210315.xxx ВД		
Змін.	Арк.	Номер докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Редькін К.С			Удосконалення модуля системи автоматизації для управління режимами роботи теплообмінника на центральному тепловому пункті	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Іванов Л.С.		Н		1	1	
Н.контр.		Стародубцев М.Г.				Кафедра КІТАР ХНУРЕ		
Затв.		Невлюдов І.Ш.						