

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет машиностроения
Кафедра «Мехатроника и автоматизация»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент

_____ В.Р. Гасияров
_____ 2020 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ МАГИСТРА
ЮУрГУ 27.04.04.2020.287 ПЗ (ВКР)

Разработка автоматизированной системы контроля и управления
инженерными системами Затонской ТЭЦ

Нормоконтролер
Преподаватель

_____ О.А. Гасиярова
_____ 2020 г.

Руководитель работы
Доцент, к.т.н.

_____ А.С. Маклаков
_____ 2020 г.

Консультант по проверке ВКР на
оригинальность
Ст. преподаватель

_____ С.С. Воронин
_____ 2020 г.

Автор работы
студент группы П-269

_____ Наталья Сергеевна Зорина
_____ 2020 г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Зорина Н.С. Разработка автоматизированной системы контроля и управления инженерными системами Затонской ТЭЦ. – Челябинск: ЮУрГУ, П-269; 2020, 87 с. 10 ил., библиогр. список – 28 наим., 6 прил.

Данная выпускная квалификационная работа была посвящена разработке автоматизированной системе контроля и управления инженерными системами Затонской ТЭЦ. Произведён выбор чувствительных и исполнительных элементов, программируемого логического контроллера и блока питания. Была проработана компоновка электрошкафа. А также были разработаны алгоритм работы системы управления и приложения оператора.

Система контроля и управления инженерными системами дает следующие основные преимущества при управлении объектом:

- постоянный централизованный мониторинг работы инженерных систем;
- быстрое реагирование в аварийных ситуациях;
- снижение влияния человеческого фактора;
- совершенствование документооборота, системы отчетности.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ.....	8
1.1 Описание объекта автоматизации.....	8
1.2 Принцип работы объекта автоматизации.....	9
1.2.1 Состав и структура функций объекта автоматизации.....	14
1.2.2 Сбор, первичная обработка и распределение информации.....	15
1.2.3 Представление информации	18
1.2.4 Технологическая сигнализация	18
1.2.5 Регистрация и архивирование событий и параметров	20
1.2.6 Протоколирование и документирование информации	21
1.3 Цели и задачи выпускной квалификационной работы.....	22
1.4 Цели и задачи автоматизации.....	23
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ	25
2.1 Разработка функциональной схемы автоматизации системы управления .	25
2.2 Разработка схемы электрической принципиальной системы управления..	29
2.2.1 Выбор чувствительных элементов	32
2.2.2 Выбор программируемого логического контроля.....	42
2.2.3 Выбор блока питания.....	50
2.3 Разработка схемы соединений системы управления	55
2.4 Компоновка шкафа системы управления.....	69
3 РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	73
3.1 Разработка алгоритма работы системы управления	73
3.2 Разработка приложения оператора	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	85
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	88
ПРИЛОЖЕНИЕ А Объект автоматизации	91
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Функциональная схема автоматизации	92

ПРИЛОЖЕНИЕ В Схема электрическая принципиальная.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Схема соединений системы управления.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Алгоритм работы системы управления.....	94
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Интерфейс оператора.....	95

ВВЕДЕНИЕ

Система автоматизированного контроля и управления инженерными системами – это комплекс программных и аппаратных средств, который позволяет осуществлять удаленное управление инженерными системами одного или нескольких объектов.

Автоматизированная система управления инженерными системами (АСУ ИС) необходима для контроля оборудования, расположенного территориально далеко. Диспетчеризация входит в систему управления мультифункциональными объектами со сложной инженерной инфраструктурой.

Актуальность выбранной темы ВКР вызвана тем, что существуют проблемы энергоснабжения и бережного использования ресурсов. Не всегда верно оценивая ситуацию, надо понимать, что это комплексный подход, требующий организации процесса сбор и обработки данных.

Объектом исследования являются инженерные системы Затонской ТЭЦ.

Предметом исследования служит автоматизированный сбор информации от систем жизнеобеспечения объекта, обеспечения персонала своевременной, достоверной и достаточной информацией о состоянии оборудования для возможности оперативного управления.

Цель выпускной работы заключается в оптимизации и повышении эффективности контроля и управления инженерными системами Затонской ТЭЦ.

Достижение указанной цели осуществлялось посредством решения следующих задач:

1. сбор и анализ объекта автоматизации;
2. проектирование системы автоматизации объекта;
3. разработка алгоритма системы управления и приложения оператора.

Основными источниками информации, использованными для выполнения ВКР были материалы технического задания на создание автоматизированной системы контроля и управления инженерными системами Затонской ТЭЦ, курсовых работ по системе автоматизированного проектирования в EPLAN и

SCADA системы в автоматизированном производстве, а также нормативная документация.

После того как был принят Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» № 261-ФЗ, обсуждался вопрос установки приборов учета энергоносителей. Но необходимо помнить, что главной задачей является переход от нерационального использования ресурсов к рациональному, о чем четко говорится в названии закона. Чтобы понять, как лучше использовать ресурс, необходим реальный анализ результатов измерений и поиск решений по снижению издержек, а это совершенно невыполнимо без комплексного видения ситуации, без возможности притока информации в единый центр, без возможности получения и хранения ее в доступной форме, обработке по разным параметрам и с максимальным исключением ручного труда.

Вышеизложенное подчёркивает необходимость рассмотрения вопроса о практической ценности в решении проблем, упомянутых в Федеральном законе и эти проблемы, решаются с внедрением автоматизированной системы контроля и управления инженерными системами.

Система контроля и управления инженерными системами дает следующие преимущества при управлении объектом:

1. постоянный централизованный мониторинг работы инженерных систем;
2. быстрое реагирование в аварийных ситуациях;
3. снижение влияния человеческого фактора;
4. совершенствование документооборота, системы отчетности.

ВКР состоит из трёх разделов. В первом производим анализ объекта автоматизации: его описание, принцип работы, цели и задачи ВКР, а также цели и задачи автоматизации. Во втором разделе мы проектируем систему автоматизации: функциональную и электрическую принципиальную схемы автоматизации системы управления, выбор чувствительных и исполнительных элементов, программируемого контроллера и блока питания, делаем компоновку электрошкафа. В третьем разделе происходит разработка алгоритма работы системы управления и приложения оператора.

1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

1.1 Описание объекта автоматизации

Затонская ТЭЦ (также Уфимская ТЭЦ-5) – тепловая электростанция (теплоэлектроцентраль) в городе Уфе республики Башкортостан. Самая новая и современная ТЭЦ в Башкортостане, введена в строй 13 марта 2008 года. Расположена в Уфимском районе РБ между д. Дмитриевка и микрорайоном Затон города Уфы. По мощности занимает второе место среди всех ТЭЦ Башкирской генерирующей компании – после Уфимской ТЭЦ-2. Электростанция состоит из двух энергоблоков, оборудованных современным парогазовыми установками (ПГУ) российского производства, которые обладают высоким КПД и меньшим количеством выбросов загрязняющих атмосферу. Построена для снижения дефицита электрической мощности в Уфе и на ближайших территориях. Определена основным источником тепловой энергии для района перспективной застройки Забелье, включая микрорайон Затон. Затонская ТЭЦ работает в составе Башкирской энергосистемы и объединенной энергосистемы Урала. Проектная установленная электрическая мощность Затонской ТЭЦ – 440 МВт, тепловая – 290 Гкал/ч. Проектное топливо – природный газ, поступающий по двум независимым магистральным газопроводам.

Автоматизированная система управления инженерными системами на Затонской ТЭЦ (далее АСУ ИС или система) необходима для автоматизированного сбора информации от систем жизнеобеспечения объекта, обеспечения персонала своевременной, достоверной и достаточной информацией о состоянии оборудования для возможности оперативного управления.

В АСУ ИС должны быть включены следующие объекты Затонской ТЭЦ:

- Главный корпус;
- Административный корпус;
- Лабораторно-бытовой корпус с ремонтными мастерскими;
- Пиково-пусковая котельная;

- Помещение КРУЭ-220;
- Помещение ЦНС;
- Насосная аварийного топлива;
- Склад масла в таре;
- Установка хранения, приготовления и дозирования извести;
- Насосная станция продувочных вод.

В объекты АСУ ИС должны входить нижеперечисленные системы жизнеобеспечения Затонской ТЭЦ:

- Система отопления;
- Система вентиляции;
- Система кондиционирования;
- Система водоотведения и канализация;
- Система лифтового оборудования.

Таким образом, для разработки автоматизированной системы контроля и управления инженерными системами имеются все необходимые исходные данные.

1.2 Принцип работы объекта автоматизации

АСУ ИС должна быть разработана как человеко-машинная система, которая будет работать в темпе протекания технологических процессов (реальном времени) и включать в себя оперативный технологический и оперативный обслуживающий персонал и комплекс технических и программных средств, в том числе рабочие места управления и обслуживания.

Предусматривается как автоматизированный, так и дистанционный способ управления АСУ ИС. Основными средствами передачи информации и оперативного (дистанционного) управления должны быть цветные графические мониторы, манипуляторы типа «мышь», клавиатуры.

В качестве средства организации интерфейса «человек-машина» должны использоваться взаимозаменяемые и равнозначные по возможностям АРМ оператора с использованием типовых компьютеров.

Предусмотрен минимальный набор аппаратных аварийных средств управления и представления информации для возможности останова (отключения) технологического оборудования в случае отказа ПТК.

АСУ ИС в целом и ее подсистемы будут разработаны таким образом, чтобы высокая надежность и высокий коэффициент готовности управления оборудованием обеспечивались при минимальном вмешательстве персонала.

Систему необходимо выполнить на технических и программных средствах позволяющих выполнять бесшовную интеграцию в существующую общестанционную АСУ ТП объекта. Система будет представлена в виде единой многоуровневой иерархической информационно-измерительной системы сбора, обработки, представления, хранения и передачи информации по заложенным алгоритмам или по командам оперативного персонала.

Система состоит из 3-х иерархических уровней (см. рисунок 1).

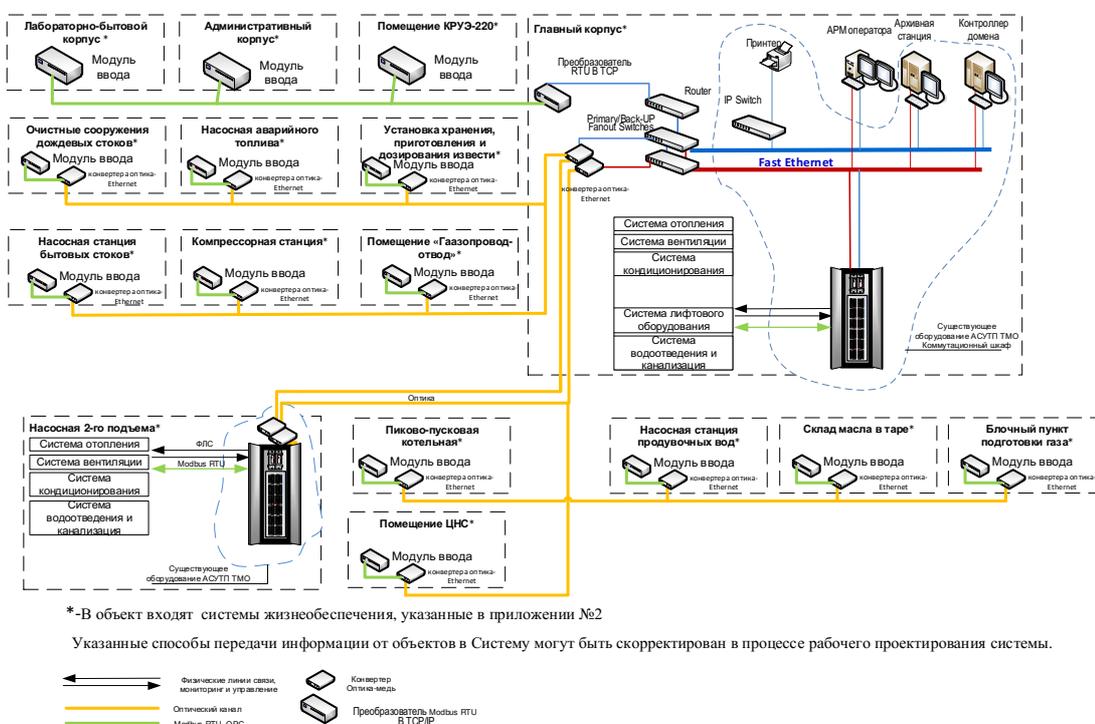


Рисунок 1. Структурная схема АСУ ИС

В 1-й (полевой) уровень будут входить: датчики измеряемых параметров, дискретные датчики, контроллеры локальной автоматики систем жизнеобеспечения.

Датчики для сбора информации имеют следующие выходные сигналы:

- аналоговые сигналы постоянного тока 4-20 мА по ГОСТ 26.011-80;
- термоэлектрические преобразователи с НСХ L, К по ГОСТ 8.585-2001;
- термопреобразователи сопротивления с НСХ 50М, 50П по ГОСТ 8.625-2006.

В качестве датчиков для дискретной информации используются:

- дискретные датчики (давления);
- концевые выключатели электрифицированной арматуры;
- концевые выключатели регулирующей арматуры;
- блок-контакты электромагнитов включения механизмов;
- контакты ключей управления;
- контакты реле.

При проектировании и выборе полевого оборудования были учтены следующие требования:

- оборудование проверенной конструкции, от надежного производителя и соединяет в себе последние технологические достижения, использовать материалы и технологии, улучшающие надежность и точность, а также продляющие срок службы; не требующие, в то же время, частого обслуживания;
- предусмотрены стандартные промышленные протоколы связи или дискретной информации о состоянии оборудования, для управляемой системы предусмотрены входные каналы управления.

Во 2-ой (нижний уровень ПТК) системы будут входить: микропроцессорные устройства (типа: ICP DAS, MOXA и т.д.) для автоматического сбора и первичной обработки измеряемых параметров, выполнения функций дистанционного и автоматического управления, источники вторичного питания,

оборудование цифровых сетей связи, средства для объединения контроллеров в локальную вычислительную сеть.

Контроллерный уровень выполняет сбор, ввод и обработку аналоговой, дискретной и контроллеров локальной автоматики информации в ПТК, а также решает задачи по различным законам.

Контроллеры представляют собой процессорные устройства, выполняющие программы управления, и модули УСО, осуществляющие связь с технологическим оборудованием. Для повышения надежности построения системы процессорные устройства резервируются.

Процессорные устройства производят опрос модулей УСО. Технологические алгоритмы (алгоритмы обработки данных) полностью выполняются в процессорных устройствах в виде прикладных программ в исполнительной среде реального времени. Такое решение позволяет сохранить управление объектом автоматизации даже при потере связи с верхним уровнем системы, что существенно повышает надежность и живучесть самой системы

Модули УСО осуществляют ввод/вывод сигналов от технологического оборудования.

Технические средства контроллерного уровня располагаются в шкафном оборудовании. Шкафы представляют собой законченные изделия с выполненным внутренним монтажом, готовыми для подключения внешних кабелей.

Основные эксплуатационные характеристики контроллера:

- Резервированные контроллеры;
- Открытые стандарты программирования, конфигурирования сети и связи;
- Модули аналогового входа 4-20 мА должны поддерживать протокол HART;
- дополнительные модули ввода/вывода;
- каналы модулей ввода/вывода должны быть гальванически изолированы друг от друга;

- ключ блокировки для предотвращения несанкционированного доступа в шкаф;
- разрешение на использование в опасных зонах по классу I, разделу 2 и разрешение СЕ;
- язык программирования IEC 61131;
- порт Ethernet 100/10 Мб;
- Контроллер или модули связи должны поддерживать протокол Modbus; расширенный рабочий диапазон температур от 0°С до плюс 60°С.

В 3-й (верхний уровень ПТК) системы входит: оборудование для вычислительной обработки информации, регистрации, архивирования, отображения, документирования и диалога с системой; клавиатуры, локальная вычислительная сеть (ЛВС) для нужд АСУ ИС в указанном проекте должны быть задействованы АРМы согласно проекта АСУ ТП ТМО и АСУ ТП ЭТО с учетом принадлежности инженерных систем к автоматизируемым технологическим объектам.

Подсистема мониторинга – реализация функций, обеспечивающих работоспособность системы, связи с подсистемой нижнего уровня и другими станциями для неоперативного персонала.

В подсистему мониторинга входят рабочие станции для АРМ, коммуникационное оборудование, а также серверы баз данных и приложений. На этих средствах реализуются функции интерфейса оперативного персонала и обслуживающего систему персонала (инженер АСУТП).

Контроллеры передают станциям оператора циклически обновляемую и событийную информацию, связанную с выходом за уставки аналоговых сигналов, появлением или исчезновением ошибок. Контроллеры представляют собой процессорные устройства, выполняющие программы управления, и модули УСО, осуществляющие связь с системой жизнеобеспечения.

Все компьютеры IBM-совместимые, они снабжаются мониторами, манипулятором «мышь» и стандартной клавиатурой.

В качестве рабочих станций должны использоваться ПК и серверы с надежной, протестированной, специально подобранной конфигурацией, работающие под управлением ОС Windows 7 и Windows Server 2008.

В качестве АРМ АСУ ИС должны использоваться ПК АРМ оперативного персонала с двумя мониторами, клавиатурой, «мышью», аудио колонками.

Рабочие станции (если их несколько), используемые в системе, должны быть унифицированы (типы процессоров, шин, внешних устройств и т.п.) с целью удобства их сопровождения.

Все элементы верхнего уровня ПТК объединены локальной сетью, по которой производится обмен информацией. Основным способом обмена информацией в ПТК является цифровой, по согласованным протоколам обмена на базе 100 Мбитной технологии (промышленный Fast Ethernet). Сеть ПТК реализована на базе Fast Ethernet (100/1000 Мбит) и должна быть широковещательной т.е. все источники данных (контроллеры) помещают в сети все свои данные с определенной периодичностью, а приемники (например, операторские станции или другие контроллеры видят все доступные данные от всех источников).

Сетевая структура построена по принципу «дублированная звезда». Сетевое подключение реализовано без промежуточных серверов между контроллерами и операторскими станциями.

Обмен информационными сигналами между АСУ ИС и системой жизнеобеспечения осуществляется с использованием протоколов OPC, Modbus RTU, Modbus TCP/IP, МЭК 60870-101, МЭК 60870-104, МЭК 61850, физическими аналоговыми сигналами 4...20мА и «сухими контактами».

1.2.1 Состав и структура функций объекта автоматизации

Функции АСУ ИС подразделяются на информационные, управляющие и вспомогательные (сервисные).

В состав информационных функций входят следующие:

- сбор, первичная обработка и распределение информации;
- представление информации;
- технологическая сигнализация;
- регистрация и архивирование событий и параметров;
- протоколирование и документирование информации.

В состав управляющих функций входит лишь дистанционное управление.

В состав вспомогательных функций входят функции контроля и самодиагностики программного технического комплекса, контроля работы функций программного технического комплекса, информационно-справочные функции, функции программного обеспечения инструментальным средствам разработки, отладки и документирования программного технического комплекса и прикладного программного обеспечения.

1.2.2 Сбор, первичная обработка и распределение информации

Функция должна собирать и обрабатывать первичную информацию, которая поступает с дискретных и аналоговых датчиков и контроллеров в подсистему сбора информации. Функция выполняется автоматически во всех режимах работы системы. Выходной информацией функции служат обработанные значения параметров с необходимыми признаками полученного контроля и обработки, занесенными в базу данных.

Выполнение различных видов обработки информации может производиться как аппаратно, так и программно.

Напрямую в контроллерах нижнего уровня выполняются следующие виды обработки:

- фильтрация и сглаживание значений параметров;
- линеаризация нелинейности характеристик датчиков;
- масштабирование (приведение к натуральной шкале) значений параметров;

- компенсация температуры холодных спаев;
- смещение нуля шкалы измеряемого параметра;
- усреднение значений параметров на заданном интервале времени;
- вычисление косвенно измеряемых параметров;
- контроль нарушения границ номинальных, предупредительных и аварийных значений уставок;
- контроль достоверности данных, например, по граничным значениям;
- формирование события при выходе сигнала за заданную зону нечувствительности;
- фиксация события (присвоение метки времени) и формирование его признака.

Входную информацию можно разделить на вводимую в аналоговой форме и дискретную.

В качестве источников аналоговой информации служат:

- термопары, термометры сопротивления;
- первичные преобразователи для измерения манометрических параметров (давления, перепада давлений, расхода, уровня);
- датчики измерения электротехнических параметров (напряжения, тока, мощности, частоты и т.п.);
- датчики механических параметров.

В качестве источников дискретных сигналов служат:

- переключатели технологической сигнализации;
- устройства управления двухпозиционными объектами;
- устройства управления трехпозиционными объектами (задвижками);
- датчики сигнализации о пропадании напряжения питания.

Точность измерений технологических параметров соответствует требованиям СО 34.11.321-96 (РД 34.11.321-96) «Нормы погрешности измерений технологических параметров тепловых электростанций и подстанций».

ПТК должен иметь возможность в каждом цикле опроса аналоговых сигналов производить следующую обработку:

- опрос датчиков и преобразование в цифровой код (АЦП);
- присвоение метки времени;
- проверку достоверности информации и формирование признаков недостоверности;
- фильтрацию и сглаживание измеренных значений в соответствии с настройками по каждому входному каналу;
- масштабирование и получение значений расчетных параметров в темпе процесса, в частности – расчет действительных значений расхода и уровня с коррекцией по давлению и температуре среды и выполнение других расчетов небольшого объема;
- линеаризацию сигналов термопреобразователей в соответствии со стандартными градуировками и ввод поправки на изменение температуры холодных спаев;
- сравнение достоверных значений параметров с уставками и формирование соответствующих признаков для использования в алгоритмах сигнализации, защит, блокировок;
- формирование признаков выхода параметра за заданную апертуру.

ПТК должен обеспечивать возможность задания для каждого аналогового сигнала следующих настроек:

- шкалу датчика (масштаб сигнала);
- тип градуировки термопреобразователей;
- четыре и более технологических уставки (на повышение или понижение в любой комбинации);
- апертуру сигнала (в %);
- зону возврата (в единицах измерения параметра, как уставку);
- признаки фильтрации и сглаживания и их коэффициенты;
- формулы расчетных параметров.

Дежурный инженер должен иметь возможность оперативно изменять данные настройки аналоговых каналов без перезагрузки всей системы (например, для устранения постоянного появления сигнализационных сообщений при нахождении параметра на границе уставки).

Выявление недостоверности аналоговых и дискретных сигналов вследствие отказов УСО должно осуществляться с помощью встроенных в ПТК средств диагностики модулей УСО. При невыполнении хотя бы одного из критериев контроля достоверности должен формироваться признак недостоверности сигнала с обеспечением его регистрации и представления персоналу.

Факты изменения настроек канала, ввода замещающего сигнала или объявление датчика «условно недостоверным» должны регистрироваться в архиве. При регистрации по факту изменения настроек, в архиве должно фиксироваться значение параметра до изменения и после изменения.

1.2.3 Представление информации

Отображение данных осуществляется на цветные мониторы, ЭКП и принтеры.

Изображение видеокадров осуществляется по необходимости оперативного персонала.

Информация, отображаемая на монитор, должна группироваться на видеокадрах по функциональному признаку и отображаться в виде фрагментов технологических схем, графиков, таблиц, гистограмм.

1.2.4 Технологическая сигнализация

Технологическая сигнализация предназначена для извещения оперативного персонала о возникновении нарушений в технологическом процессе, изменений в составе работающего оборудования и обнаруженных неисправностях.

Технологическая сигнализация предусматривает:

- аварийную сигнализацию при аварийных отклонениях параметров;
- предупредительную сигнализацию об отклонении за пределы технологических параметров и изменении состояния автономных подсистем автоматического управления;
- предупредительную сигнализацию об обнаруженных неисправностях разнообразных устройств;
- предупредительную сигнализацию, сформированную функцией оперативной диагностики состояния оборудования и систем автоматического управления.

Подсистема сигнализации информирует оперативный персонал о следующих отклонениях:

- выходе контролируемого параметра за установленные (жестко или алгоритмически) пределы;
- аварийное отключение оборудования;
- любых нарушениях нормального функционирования алгоритмов управления;
- неисправности и отказах элементов КТС;
- нарушения планового выполнения функций контроля и управления.

Предусмотрена возможность сигнализации о выходе контролируемого параметра за допустимые пределы по четырем уставкам в каждую из сторон "больше" и "меньше" с разными приоритетами сигнализации.

Сигнализация в основном реализуется на дисплеях оперативного контроля с сопровождением звуковым сигналом. Сигналы разного приоритета имеют разные цвета кодирования.

Сигналы звуковой сигнализации должны отличаться тональностью:

- предупредительная сигнализация;
- аварийная сигнализация.

Звуковые сигналы при отсутствии квитирования не должны автоматически отменяться.

1.2.5 Регистрация и архивирование событий и параметров

Функция регистрирует и накапливает текущие значения аналоговых и дискретных параметров, а также усредненных аналоговых значений с заданной временной дискретностью по определенным группам параметров.

Объем, дискретность и продолжительность определяются исходя из требований задач – пользователей "ретроспектив".

Выходной информацией функции являются хронологические данные значений параметров процесса.

Накопление ретроспектив может производиться для разных групп параметров с разной дискретностью и продолжительностью. Ретроспективы по окончании накопления могут сбрасываться в архив и начинать обновляться.

Частота сканирования должна задаваться разработчиком при формировании алгоритмов и базы данных ПТК. Для основного массива параметров максимальная частота сканирования 1 с, однако, выборочно для отдельных параметров может быть задана частота сканирования 0,1 с.

Входной информацией для функции обработки, хранения и представления ретроспективной информации являются все зарегистрированные текущие значения аналоговых и дискретных параметров, поступающие с объекта, а также значения апертур и перечни регистрируемых параметров с указанием дискретности и продолжительности их регистрации. Кроме того, должны отслеживаться и сохраняться следующие условия состояний:

- превышение верхнего или нижнего пределов;
- аппаратная ошибка;
- квитирование аварийного сигнала;
- достоверность значений;
- вводимые оператором значения;

- отмена сканирования параметра;
- ошибка связи с точкой измерения параметра.

Должна быть предусмотрена возможность просмотра архивной информации в графическом виде.

Должна быть предусмотрена возможность сохранения всей информации на внешних носителях.

Время хранения ретроспективной информации должно составлять не менее трех лет на внешних носителях.

Должны быть предусмотрены автоматизированные процедуры переноса архивных данных в долговременные и постоянные архивы.

Сигналы в архиве должны храниться с метками времени, которые присваиваются в месте обнаружения события (контроллерами для сигналов и АРМами для команд оператора, а не архивными станциями).

Архив событий и дискретных сигналов должен позволять просматривать все события в хронологии их возникновения. При этом должны быть предусмотрены эффективные фильтры для просмотра архивов.

Должны регистрироваться все действия, выполняемые операторами системы, такие как команды ДУ на ИМ, изменение режимов работы, изменение заданий, изменение пределов аварийных сигналов, блокирование входных сигналов и изменение их значений вручную.

1.2.6 Протоколирование и документирование информации

ПТК должен обеспечивать возможность по графику или по команде дежурного инженера вывести любой из нижеперечисленных протоколов на экран, на принтер или сохранить в виде файла стандартного формата Excel или Word.

Должны формироваться следующие протоколы.

Для приемки смены (в основном, для просмотра на экране):

- протокол недостоверных параметров;

- протокол параметров с подменой сигнала.

В ПТК должна быть обеспечена возможность вызова трендов.

Тренды представляют собой выборки текущих (или архивных) данных за выбранный интервал времени. Для быстрого доступа к предварительно определенным параметрам должна быть возможность создания группы трендов.

Тренды должны иметь возможность:

- настройки графиков с различными цветами, метками, типом символов, шкалами, масштабированием и шрифтами;
- сохранения шаблонов тренда;
- вывода на печать.

Тренды архивных данных должны создаваться на период от 10 минут (минимум) до нескольких недель или месяцев и представлять результаты вычислений для полностью изменяемых интервалов времени.

1.3 Цели и задачи выпускной квалификационной работы

Разработка автоматизированной системы контроля и управления инженерными системами представляет собой динамично развивающуюся область информационных технологий, а также базируется на применении современных программных и технических средств.

АСУ ИС используется в основном для оптимизации различных технологических процессов производства, а также для повышения их эффективности с помощью автоматизации. Она обычно базируется на использовании различных современных средств микропроцессорной и вычислительной техники с эффективными методами по контролю и управлению.

Основным преимуществом АСУ ИС считается снижение, практически до полного исключения влияния человеческого фактора на происходящий процесс управления, минимизации расходов сырья, сокращения персонала,

существенном повышении качества исходного продукта, а также в конечном итоге – повышении эффективности производства.

Целью данной работы является оптимизация и повышение эффективности контроля и управления инженерными системами Затонской ТЭЦ.

Достижение указанной цели осуществлялось посредством решения следующих задач:

1. сбор и анализ объекта автоматизации;
2. проектирование системы автоматизации объекта;
3. разработка алгоритма системы управления и приложения оператора.

1.4 Цели и задачи автоматизации

В современном мире автоматизация технологических процессов представляет собой один из подходов к управлению технологическими процессами на основе применения информационных технологий. Этот подход осуществляет управление операциями, данными, информацией и ресурсами за счет использования ПТК и программного обеспечения, которые сокращают степень участия человека в процессе, либо полностью его исключают.

Целью автоматизации служит автоматизированный сбор информации от систем жизнеобеспечения объекта, обеспечения персонала своевременной, достоверной и достаточной информацией о состоянии оборудования для возможности оперативного управления.

Задачами автоматизации являются:

1. централизованный мониторинг и управление оборудованием систем жизнеобеспечения объекта;
2. удаленное управление инженерными системами жизнеобеспечения объектов;

3. повышение эффективности управления, эксплуатации и безопасности инженерного комплекса объектов;
4. минимизация ошибочных действий персонала;
5. постоянный и централизованный контроль работы инженерных систем;
6. интеграция локальных цифровых систем в единую систему управления, а также связь с существующей станционной сетью АСУП ТМО;
7. создание комфортных условий жизнедеятельности работающего персонала;
8. экономия энергоресурсов;
9. экономия трудозатрат эксплуатационных служб;
10. эффективное планирование использования оборудования.

В связи с условиями производства к инженерным системам предъявляются требования повышенной надёжности, защищённости в условиях влажности, запылённости, вибраций. Автоматизация инженерных систем позволит обеспечить высокую эффективность производства, безопасность работы за счёт автоматического контроля основных параметров оборудования и опасных факторов, предупредить опасные режимы работы оборудования и персонала, автоматические сигнализации, блокировки, регулирование и управление.

Таким образом, разработка АСУ ИС позволит оснастить Затонскую ТЭЦ современной системой автоматизации, обеспечивающей высокую степень безопасности за счет реализации противоаварийных защит и повышенную надежность работы оборудования за счет контроля его основных диагностических параметров, а также облегчит труд оперативного персонала и повысит результативность службы охраны. Благодаря оптимизированным алгоритмам управления оборудованием решатся вопросы ресурсо- и энергосбережения.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

2.2 Разработка функциональной схемы автоматизации системы управления

Функциональные схемы – это основной технический документ, который определяет функционально-блочную структуру необходимых узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и снабжение объекта управления приборами и средствами автоматизации (в том числе средствами телемеханики и вычислительной техники).

Объектом управления в системах автоматизации технологических процессов является совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с запорной и регулирующей арматурой, а также энергии и сырья, определяемых особенностями используемой технологии.

Задачи автоматизации решаются эффективнее, когда они разрабатываются в процессе автоматизации технологического процесса.

Создание рентабельных систем автоматизации предопределяет необходимость тщательного изучения технологических процессов не только проектировщиками, но и специалистами монтажных, наладочных и эксплуатационных организаций.

При разработке схем автоматизации технологических процессов необходимо выполнить следующее:

- сбор первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- прямое воздействие на технологический процесс для управления им;
- поддержание стабильности технологических параметров процесса;
- контроль и регистрация технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

Поставленные задачи находят решение на основании анализа условий работы технологического оборудования, обнаруженных законов и мер управления объектом, а также требований, предъявляемых к поддержанию стабильности, контроля и регистрации технологических параметров, к качеству регулирования и надежности.

Функциональные задачи автоматизации, обычно, решаются с помощью технических средств, которые состоят из отборных устройств, средств сбора первичной информации, средств преобразования и переработки информации, средств представления и выдачи информации обслуживающему персоналу, комбинированные, комплектные и вспомогательные устройства. Результатом проектирования функциональных схем являются:

- 1) подбор способов измерения технологических параметров;
- 2) подбор основных технических средств автоматизации, которые отвечают необходимым требованиям и условиям работы автоматизируемого объекта;

3) обозначение приводов механизмов регулирующих и запорных органов технологического оборудования, управляемого автоматически или дистанционно;

4) расстановка средств автоматизации на щитах, пультах, технологическом оборудовании, трубопроводах и обозначение способов представления информации о состоянии технологического процесса и оборудования.

Функциональные схемы автоматизации выполняются в соответствии с ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов» и ГОСТ 21.408-2013 «Правила выполнения рабочей документации по автоматизации технологических процессов». На функциональной схеме отображают технологическое и инженерное оборудование и коммуникации (трубопроводы, газоходы, воздухопроводы) автоматизируемого объекта; технические средства автоматизации или контуры контроля, регулирования и управления; линии связи между отдельными техническими средствами автоматизации или контурами.

Практически не ограничены и условия их работы и требования по управлению и автоматизации. Однако, основываясь на опыте проектирования систем управления и автоматизации, можно изложить некоторые общие принципы, которыми следует пользоваться при разработке функциональных схем автоматизации:

1) уровень автоматизации технологического процесса в определенный период времени должен фиксировать не только уместность внедрения определенного комплекса технических средств и необходимым уровнем научно-технических разработок, но и к тенденции модернизации и развития технологических процессов. Необходимо иметь возможность наращивания функций управления;

2) при разработке функциональных и других видов схем автоматизации и выборе технических средств необходимо принять во внимание: вид и характер технологического процесса, условия пожаро- и взрывоопасное, агрессивность и токсичность окружающей среды и т.д.; параметры и физико-химические

свойства измеряемой среды; расстояние от мест установки датчиков, вспомогательных устройств, исполнительных механизмов, приводов машин и запорных органов до пунктов управления и контроля; необходимая точность и быстродействие средств автоматизации;

3) система автоматизации технологических процессов должна создаваться на базе серийно выпускаемых средств автоматизации и вычислительной техники. Необходимо стараться применять однотипные средства автоматизации и унифицированные системы, характеризующиеся простотой сочетания, взаимозаменяемостью и удобством компоновки на щитах управления. Применение однотипной аппаратуры дает серьёзные преимущества при монтаже, наладке, эксплуатации, обеспечении запасными частями и т. п.

4) в качестве локальных средств сбора и накопления первичной информации (автоматических датчиков), вторичных приборов, регулирующих и исполнительных устройств необходимо применять преимущественно приборы и средства автоматизации Государственной системы промышленных приборов (ГСП);

5) в случаях, когда функциональные схемы автоматизации не могут быть спроектированы на базе только серийной аппаратуры, в процессе разработки выдаются подобранные технические задания на подготовку новых средств автоматизации;

6) подбор средств автоматизации, применяющих вспомогательную энергию (электрическую, пневматическую и гидравлическую), определяется условиями пожаро- и взрывоопасное автоматизируемого объекта, агрессивности окружающей среды, требованиями к быстродействию, дальности передачи сигналов информации и управления;

7) количество приборов, аппаратуры управления и сигнализации, устанавливаемой на щитах и пультах, должно быть ограничено. Большое количество приборов усложняет эксплуатацию, отвлекает внимание обслуживающего персонала от наблюдения за основными приборами, определяющими ход технологического процесса, увеличивает стоимость

установки и сроки монтажных и наладочных работ. Приборы и средства автоматизации вспомогательного назначения целесообразнее размещать на отдельных щитах, которые размещены в производственных помещениях вблизи технологического оборудования.

В данной ВКР была выполнена функциональная схема автоматизации административного корпуса Затонской ТЭЦ (см. Приложение Б).

2.3 Разработка схемы электрической принципиальной системы управления

При разработке систем управления одним из основных документов проектной документации является принципиальная схема. Именно она определяет основной состав компонентов электрооборудования и взаимосвязей между ними. Принципиальная схема – фундамент электротехнического проекта, и от правильного ее выполнения зависит дальнейшее выполнение монтажных схем, схем соединений и всей сопроводительной документации.

По электрической принципиальной схеме проводится проверка правильности электрических соединений при монтаже и наладке электрооборудования. От качества выполнения принципиальной схемы зависит четкость работы производственного механизма, его производительность и надежность в работе.

Десять правил составления электрических принципиальных схем:

1. Разработка принципиальной электрической схемы производственного механизма выполняется на основании требований технического задания. В процессе разработки принципиальной схемы уточняются типы, исполнения и технические данные электродвигателей, электромагнитов, конечных выключателей, контакторов, реле.

На принципиальной схеме все элементы любого электрического устройства, аппарата или прибора показываются отдельно и размещаются для удобства чтения схемы в разных местах её в зависимости от выполняемых функций. Все

элементы одного и того же устройства, машины, аппарата обеспечиваются одинаковым буквенно-цифровым обозначением.

2. На электрической принципиальной схеме отображаются все электрические связи между входящими в неё элементами электрооборудования производственного механизма. На принципиальных схемах силовые цепи обычно располагают слева и отображают их толстыми линиями, а цепи управления располагают справа и показывают тонкими линиями.

Принципиальная схема выполняется с использованием существующих стандартных узлов и схем автоматического управления электропроводами (например, схем магнитных контроллеров и защитных панелей – для кранов, схем узлов перехода от наладочного режима к автоматическому при помощи отдельных кнопок управления или переключателя режимов – для металлорежущих станков).

3. Релейно-контактные схемы необходимо разрабатывать с учетом минимальной загрузки контактов реле, контакторов, путевых выключателей, применяя для снижения коммутируемой ими мощности усилительные устройства: электромагнитные, полупроводниковые усилители.

4. Для повышения надежности работы схемы нужно подобрать самый простой вариант, который имеет минимальное количество органов управления, аппаратов и контактов. Для этой цели необходимо применять общие аппараты защиты для электродвигателей, не работающих одновременно, а также реализовать управление вспомогательными приводами от аппаратов главного привода, если они работают одновременно.

5. Цепи управления в сложных схемах следует подключать к сети через трансформатор, понижающий напряжение до 110 В. Это исключает электрическую связь силовых цепей с цепями управления и устраняет возможность неверных срабатываний релейно-контактных аппаратов при замыканиях, на землю в цепях их катушек. Относительно простые схемы электрического управления разрешается подключать непосредственно к питающей сети.

6. Подача напряжения на силовые цепи и цепи управления должна производиться посредством вводного пакетного выключателя или автоматического выключателя. При применении на металлорежущих станках или других машинах только двигателей постоянного тока в схеме управления необходимо применять также аппаратуру постоянного тока.

7. Различные контакты одного и того же электромагнитного аппарата (контактора, реле, контроллера, путевого выключателя) лучше присоединять к одному полюсу или фазе сети. Это разрешит реализовать более надежную работу аппаратов (отсутствует вероятность пробоя и замыкания по поверхности изоляции между контактами). Из этого правила вытекает, что один вывод катушки всех электрических аппаратов по возможности необходимо присоединять к одному полюсу цепи управления.

8. Для оснащения надежной работы электрооборудования необходимо предусмотреть средства электрической защиты и блокировки. Электрические машины и аппараты защищаются от возможных коротких замыканий и недопустимых перегрузок. В схемах управления электроприводами станков, молотов, прессов, мостовых кранов необходима нулевая защита для ликвидации возможности самозапуска электродвигателей при снятии и последующей подаче напряжения питания.

Электрическая схема должна быть выполнена так, чтобы при перегорании предохранителей, обрыве цепей катушек, приваривании контактов не было аварийных режимов работы электропривода. Кроме всего прочего, схемам управления необходимо иметь блокировочные связи для предотвращения аварийных режимов при ошибочных действиях персонала, а также для обеспечения заданной последовательности операций.

9. В сложных схемах управления необходимо рассчитать сигнализацию и электроизмерительные приборы, позволяющие работнику наблюдать за режимом работы электроприводов. Сигнальные лампы обычно включаются на пониженное напряжение: 6, 12, 24 или 48 В.

10. Для удобства эксплуатации и правильного монтажа электрооборудования зажимы всех элементов электроаппаратов, электрических машин (главные контакты, вспомогательные контакты, катушки, обмотки) и провода на схемах маркируются.

Участки цепей постоянного тока положительной полярности маркируются нечётными числами, а отрицательной полярности – чётными числами. Цепи управления переменного тока маркируются аналогично, т.е. все зажимы и провода, присоединяемые к одной фазе, маркируются нечетными числами, а к другой фазе – чётными.

Общие точки соединений нескольких элементов на схеме имеют один и тот же номер. После прохождения цепи через катушку, контакт, сигнальную лампу, резистор номер изменяется. Для выделения отдельных видов цепей индексация производится так, что цепям управления присваиваются номера от 1 до 99, цепям сигнализации – от 101 до 191 и т.д.

В данной ВКР была выполнена схема электрическая принципиальная административного корпуса Затонской ТЭЦ (см. Приложение В).

2.3.1 Выбор чувствительных элементов

Датчиком называется первичный элемент автоматической системы, отвечающий на изменение физической величины, которая устанавливает процесс, и изменяет эту величину в другую, удобную для работы последующих элементов. Статической характеристикой датчика представляется зависимость изменения выходной величины от изменения входной.

Чувствительность датчика (коэффициент усиления) – это крутизна статической характеристики.

Датчики можно систематизировать либо по тем величинам, которые они измеряют (датчики давления, датчики уровня), либо по тем параметрам, в которые преобразуются измеряемые величины (датчики сопротивления, датчики индуктивности). Более целесообразная классификация по второму

признаку, так как два индуктивных датчика, которые применяют для измерения различных величин (например, давления, уровня), сходны между собой и имеют близкие конструктивные и эксплуатационные характеристики. В то же время емкостный и индуктивный датчики, которые применяют для измерения одной и той же величины, сильно разнятся друг от друга по конструкции, схеме и характеристикам.

В данной ВКР мы выбирали датчики давления и преобразователи температуры для внутренних помещений.

Измерение давления необходимо для контроля большинства промышленных процессов.

Датчик давления преобразует информацию о давлении в электрический сигнал. Большинство датчиков давления измеряют деформацию мембраны под воздействием разности давлений, применяемой на двух гранях. Производители используют разные термины для наименования этой продукции. Наименования «датчик давления» и «трансдуктор давления» можно считать синонимами, термин «трансдуктор давления» обозначает датчик давления, оснащенный измерительной электроникой для подачи стандартизованного выходного сигнала.

Чтобы выбрать датчик давления, важно понимать, что мы рассматриваем 3 типа давления, которые соответствуют различным конструкциям датчиков.

Большинство датчиков давления измеряют деформацию мембраны под воздействием давления, которое на нее воздействует, и значение которой необходимо определить. Так как мембрана имеет две грани, следовательно, другое давление оказывается на вторую грань, и измеряемая деформация фактически является результатом разности давлений между двумя гранями мембраны.

В зависимости от этого, различают три типа давления и датчиков:

- Абсолютное давление: в датчике абсолютного давления вторая грань мембраны подвергается вакууму, ее деформация точно соответствует измеряемому давлению.

- Относительное давление: в датчике относительного давления вторая грань мембраны подвергается атмосферному давлению, ее деформация точно соответствует разнице между измеряемым давлением и давлением окружающей среды.

- Дифференциальное давление: датчик дифференциального давления имеет 2 входа, по одному для каждой грани мембраны, ее деформация соответствует разности давления между двумя входами.

Исходя из вышеизложенного, выбрали датчик избыточного давления штуцерного исполнения Метран-150 TG2(0...600 кПа) 2G 2 1 A M5 S5 B1 C1 ST SC PA со следующими характеристиками (см. рисунок 2):

- Максимальный верхний предел измерения – 300 кПа;
- предел измерения 0...600 кПа;
- соединение с процессом – M20x1,5;
- выходной сигнал 4-20мА, HART;
- встроенный ЖКИ с клавиатурой;
- предел допускаемой основной погрешности - $\pm 0,2\%$;
- с установленным клапанным блоком.

Датчики давления Метран-150 предназначены для безостановочного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART входных измеряемых величин: избыточного давления, абсолютного давления, разности давлений, давления-разрежения, гидростатического давления (уровня).



Рисунок 2. Датчик давления Метран-150TG

Управление параметрами датчика:

- с помощью клавиатуры и жидкокристаллических индикаторов (внешние и внутренние кнопки);
- с помощью HART-коммуникатора или с помощью AMS;
- удаленно с помощью программных средств АСУТП.

Преимущества датчика:

- усовершенствованный дизайн и компактная конструкция;
- поворотный электронный блок и жидкокристаллические индикаторы;
- высокая перегрузочная способность;
- защита от переходных процессов;
- внешняя кнопка установки «нуля» или кнопки аналоговой настройки «нуля» и «диапазона»;
- постоянная самодиагностика.

В измерительных блоках моделей TG, TGR, TA, TAR используется тензорезистивный тензомодуль на кремниевой подложке (см. рисунок 3). Чувствительным элементом тензомодуля является пластина 1 из кремния с пленочными тензорезисторами. Давление через разделительную мембрану 3 и

разделительную жидкость 2 отправляется на чувствительный элемент тензомодуля. Воздействие давления создаёт изменение положения чувствительного элемента, при этом изменяется электрическое сопротивление его тензорезисторов, что приводит к дисбалансу мостовой схемы. Электрический сигнал, образующийся при дисбалансе мостовой схемы, измеряется АЦП и передаётся в электронный преобразователь, который преобразует это изменение в выходной сигнал.

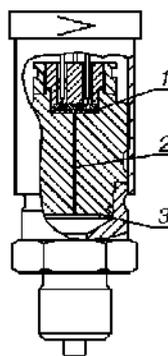


Рисунок 3. Принцип работы датчика давления Метран-150ТГ

Эксплуатационные характеристики датчика:

- Датчики устойчивы к влиянию атмосферного давления от 84,0 до 106,7 кПа (группа P1, ГОСТ 12997);
- Условия хранения в транспортной таре и во внутренней упаковке – 3 по ГОСТ 15150. Для датчиков 150TG температура хранения составляет от -50 до +50°C. Условия хранения датчиков без упаковки – 1 по ГОСТ 15150;
- Датчики, в том числе с установленным жидкокристаллическими индикаторами (опция M4, M5, MA), устойчивы к влиянию температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне от минус 40 до плюс 80°C. Дополнительная погрешность датчиков, вызванная изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10°C в рабочем диапазоне температур и выраженная в % от диапазона изменения выходного сигнала от ($\pm 0,02 + 0,03 P_{\max}/P_B$);

- Датчики устойчивы к влиянию относительной влажности окружающего воздуха 100% при температуре 35°C и более низких температурах с конденсацией влаги;
- Степень защиты от влияния пыли и воды IP 66/68 по ГОСТ 14254;
- Температуры рабочей среды на входе в датчик -40...120 или -40...149 °C (в сборе с клапанным блоком или фланцем уровня). Для снижения температуры измеряемой среды в рабочей полости датчика рекомендуется использовать специальные устройства (удлиненные импульсные линии, разделительные сосуды);
- Датчики предназначены для измерения давления сред, по отношению к которым материалы, контактирующие с измеряемой средой, являются коррозионностойкими.
- Датчики моделей 150CG, 150CGR, 150TG, 150TGR, 150TA и 150TAR выдерживают воздействие перегрузки давлением;
- Дополнительная погрешность от влияния внешнего магнитного поля напряженностью 400А/м не превышает $\pm 0,1$ от диапазона изменений выходного сигнала;
- По устойчивости к механическим воздействиям датчики соответствуют ГОСТ Р52931, группе исполнения V2 – модели 150TG, 150TGR, 150TA и 150TAR. Дополнительная погрешность датчиков, вызванная воздействием вибрации и выраженная в % от диапазона изменения выходного сигнала, не превышает: $\gamma_f = \pm 0,1(P_{max}/P_v) \%$ – для моделей 150CGR, 150TG, 150TGR, 150TA, 150TAR, 150CDR;
- Датчики имеют встроенный блок защиты от переходных процессов в линии связи, вызванных разрядами молнии, работой сварочного оборудования (150CD, 150CG, 150TG, 150TA в базовом исполнении, опционально для 150CDR, 150CGR, 150TGR, 150TAR, 150L);
- Датчики устойчивы к электромагнитным помехам. Критерий качества функционирования – А;

- Датчики соответствуют нормам помехоэмиссии, установленным для класса Б в соответствии с ГОСТ Р 51318.22.

Измерение температуры – это одно из основных требований практически при любых условиях технологических процессов. В большинстве устройств используются датчики, основанные на двух технологиях. Выбор между этими аспектами определяется определёнными требованиями к технологическому процессу и его условиями.

Колебания температуры могут оказывать значительное влияние на прибыльность, безопасность и качество. Это объективно в отношении разных отраслей промышленности, таких как нефтегазовая, энергетическая, нефтеперерабатывающая, нефтехимическая, фармацевтическая и др. Точность постоянного контроля температуры зависит от нескольких факторов, в том числе от правильного выбора датчика для конкретных задач и технологических процессов.

Термопреобразователи – это устройства, предназначенные для преобразования температуры в электрический сигнал, для его последующей обработки с помощью электроизмерительных приборов. Основными типами термопреобразователей являются термосопротивления и термопары.

При выборе типа датчика, отвечающего требованиям для конкретного технологического процесса и поставленной задачи, следует заранее поставить несколько основных вопросов. Ответы на них дадут надлежащую информацию.

1. Каков диапазон измеряемых температур?

При выборе датчика определение правильного температурного диапазона является немаловажным аспектом. Если температура будет превышать +850 °С, нужно применять термопары. При температурах ниже +850 °С можно применить как термосопротивления, так и термопары. Кроме того, проволочные термосопротивления имеют более широкий диапазон измерения температур, чем тонкопленочные.

2. Какова требуемая точность измерения датчика?

Определение необходимого уровня точности является еще одним важным фактором при выборе датчика. Кроме того, термосопротивления имеют большую точность по сравнению с термопарами, а проволочные термосопротивления – по сравнению с тонкопленочными. Если допустить, что на выбор одной из двух технологий не оказывают влияние другие факторы, это правило поможет выбрать наиболее точного датчика.

3. Вызывает ли опасения вибрация, возникающая в ходе процесса обработки?

Уровень вибрации при технологическом процессе также надо принимать во внимание при выборе датчика. Термопары имеют отличительную черту – высокая вибростойкость из всех существующих технологий измерения температуры.

Существуют различные типы термопар, определяющиеся сочетанием используемой в них проволоки. Термопары большинства типов могут применяться для измерения более высоких температур, чем термосопротивления.

Если достоверно известно, что в ходе процесса обнаруживается сильная вибрация, эксплуатация термосопротивлений позволит достичь максимальной надежности измерения температуры. Тонкопленочные термосопротивления также устойчивы к влиянию вибрации; тем не менее они не обладают достаточной прочностью. Применение проволочных термосопротивлений в условиях повышенной вибрации исключено.

На основании вышеизложенного был выбран преобразователь температуры для помещений RTM1 от S+S Regeltechnik (см. рисунок 4).

Основные характеристики преобразователя температуры приведены в таблице 1.

Датчик RTM1 применяется для измерения температуры внутри помещения – офисы, складские комплексы, квартиры, чистые помещения, бытовки и т.п., а

также с успехом используется в автоматизации систем вентиляции, отопления и кондиционирования.



Рисунок 4. Внешний вид преобразователя температуры RTM1

Таблица 1. Основные характеристики RTM1

Диапазон измерения	настраиваемый, переключение между 8 диапазонами -20...+150 -50...+50 -20...+80 -30...+60 0...+40 0...+50 0...+100 0...+150 °C
Выходной сигнал	активный, U: 0-10 В или I: 4...20 мА
Напряжение питания	выход U: 24 В перем./пост. тока ±10 % выход I: 15-36 В пост. тока
Подключение	по 2-х или 3-х проводной схеме
Пыле- и влагозащита	IP30

Принцип измерения основан на изменении электрического сопротивления чувствительного элемента датчика при изменении температуры окружающей

среды. Температурная зависимость может быть прямой или обратной – это зависит от типа термосопротивления.

Преобразователи температуры RTM1 предназначены для установки внутри помещения, оснащены аналоговым выходом, выдающим нормированный сигнал 0-10 В или 4...20 мА, рассчитаны на измерение температуры в нескольких диапазонах:

-20...+150 | -50...+50 | -20...+80 | -30...+60 | 0...+40 | 0...+50 | 0...+100 | 0...+150 °С.

Выбрать нужный диапазон измерения можно с помощью DIP-переключателя на электрической плате датчика.

При выборе диапазона измерения не следует допускать превышение максимально допустимой температуры корпуса датчика.

Температура окружающей среды для измерительного преобразователя - 30...+70 °С.

Корпус датчиков RTM1 выполнен в виде монтажной коробки в уникальном дизайне Baldur1, которая состоит из двух частей - лицевой и задней.

На задней части предусмотрены отверстия для монтажа на стену или другую плоскую поверхность.

Лицевая часть оснащена защелками, обеспечивающими плотное прилегание обеих частей корпуса друг к другу, тем самым защищая датчик от попадания внутрь пыли, влаги и других посторонних частиц - степень защиты IP30, класс защиты III (согласно EN 60 529).

Для технических помещений или помещений с большой проходимостью датчики выполняются в корпусе из высококачественной стали (модели с маркировкой E или VA).

Для наглядного мониторинга измеренного значения температуры датчики оснащаются двухстрочным дисплеем (модели с маркировкой DISPLAY).

Подключение датчиков осуществляется по двухпроводной или трёхпроводной схеме.

Установка прибора должна проходить в обесточенном состоянии, а подключение должно осуществляться к безопасно малому напряжению.

В качестве защиты от неправильного подключения рабочего напряжения в прибор встроен однополярный выпрямитель/диод защиты от напряжения обратной полярности.

0-10 В: Выходное напряжение линейно зависимо от сигнала температуры на выходе и пропорционально сигналу 0-10 В. Выходное напряжение устойчиво к короткому замыканию относительно корпуса. Приложение питания к выходу приводит к поломке прибора.

4...20 мА: В измерительном преобразователе элементы индикации и измерения включены последовательно в контур тока. Измерительный преобразователь ограничивает ток в зависимости от сигнала на входе. Ток 4 мА питает измерительный преобразователь, а нагрузка может быть включена в "-" или "+" цепь преобразователя (при включении нагрузки в "+" цепь питание и нагрузка не должны иметь общий контур).

2.3.2 Выбор программируемого логического контроля

Управляющее устройство (контроллер) автоматизации – намного большее, чем замена реле, поскольку он с самого начала создавался как программируемый логический контроллер (Programmable Logic Controller, PLC). Сейчас такое управляющее устройство способно не только объединять в себе ту или иную логику, но и использоваться в системах управления движением, робототехнике, а также для снабжения связи между машинами, оборудованием и системами управления. Производительность контроллеров может изменяться от возможностей простых устройств до уровня вычислений многоядерных процессоров.

Различия между традиционным программируемым логическим контроллером (PLC), программируемым контроллером автоматизации (Programmable Automation Controller, PAC) и промышленным персональным компьютером (Industrial Personal Computer, IPC) по большому счету неактуальны – до тех пор, пока вычислительная мощность обработки данных

является достаточной для решения тех или иных задач управления. Программное обеспечение (ПО) для управления ПЛК получило определенную степень стандартизации в связи с принятием документа IEC 61131-3 Международной электротехнической комиссией (International Electrotechnical Commission, IEC) – раздела международного стандарта IEC 61131, где представлены языки программирования для программируемых логических контроллеров. При этом надежные операционные системы (ОС) настоящего времени, работающие в фоновом режиме, устраняют необходимость в использовании ОС Microsoft Windows, поэтому, если требуется применить мощные главные процессоры, параметр «управление на основе индустриального ПК» нужно уточнять: выполнен ли он «на базе процессора Intel» или «на основе процессора AMD» и к какому типу принадлежит.

Ввиду того, что современные контроллеры автоматизации, как говорилось ранее, вычисляют более сложные задачи, чем простая управляющая логика, то и сам термин «PLC», вероятно, уже устарел. К тому же, все контроллеры автоматизации программируются, поэтому «P» в названии «PAC» тоже кажется лишним. Современные контроллеры являются компьютерами, причем на одном и том же процессоре они могут запускать несколько разных ОС (реального времени, Microsoft Windows и Linux). Между тем индустриальные ПК вполне могут применяться и для управления и сбора данных, а также для новых задач, таких как удаленные вычисления.

1. Функции контроллера

Сейчас стало популярным увязывать все функциональные возможности машины в одной программной среде и через одну программу, которые работают на одном процессоре. Это позволяет синхронизировать функции машины, а модульная структура кода гарантирует организованный, целостный подход к управлению. Кроме того, имеет место и менее объединенное управление – простые приложения, которые не предназначены для будущего масштабирования и поэтому не нуждаются в универсальности и гибкости.

2. Логика управления

Потребность в логическом управлении является фундаментальной, поэтому мы продолжаем называть контроллеры автоматизации PLC. Организация PLCopen оказывает содействие и увеличивает область применения стандарта программирования IEC 61131-3 и управляет большой информационной базой в этой области, обучением и программными библиотеками. Функционирование группы выходит далеко за рамки простой логики и охватывает управление движением, безопасность, унифицированную архитектуру OPC (UA), спецификацию (определяющую передачу данных и взаимодействие устройств в промышленных сетях), расширяемый язык разметки XML.

3. Управление движением

В зависимости от необходимых сложностей и синхронизации движений, контроллеры автоматизации могут гарантировать управление десятками или даже сотнями осей движения.

4. Безопасность сети управления

С точки зрения защиты от проникновения в сеть преимущество зачастую отдается сетевым решениям, которые выполняются на основе кабельных подключений с аппаратным обеспечением безопасности – в отличие от программных типа SSL, AES, WEP, WPA. Более того сетевая безопасность, в рамках одной сети с управляющим ПЛК, стала проверенной и полезной функцией современных систем управления. Безопасность, главным образом, может быть осуществлена на основе избыточности ядра процессора управления, отдельного контроллера безопасности, а уже затем – для безопасного ввода/вывода (I/O) в маленьких системах. Она также передаётся на управление движением и робототехнику, что позволяет машинам работать в безопасном режиме. Особенно это важно для коллаборативных роботов, которые совершают свои функции в общей среде с персоналом, более того, обеспечивая высокую эффективность работы.

Степень защиты контроллера зависит от того, где он установлен:

- В шкафу: контроллер защищен степенью защиты оболочкой IP. Это общепринятый форм-фактор PLC, который имеет отдельный человеко-

машинный интерфейс (Human-Machine Interface, HMI) и обычно использует встроенные, установленные удаленно или на объединительных платах/рейках модули ввода/вывода.

- На специальном основании или на передней панели с каким-либо уровнем защиты от влаги: степень защиты оболочкой IP65/67/69K. Этот формат объединяет HMI и контроллер и пользуется все большей популярностью благодаря тому, что возможна установка на механическом манипуляторе со всеми вытекающими эргономическими предпочтениями. При этом данный тип расположения контроллера включает функции ПК для запуска различных приложений Microsoft Windows, таких как HMI, хотя сейчас отмечается все большая тенденция к созданию веб-интерфейса.

При этом, существуют и другие требования к защите оболочкой и герметизации, которые соответствуют условиям окружающей среды и способам очистки.

Установка на предназначенное основание чаще всего является более недоступным решением, чем панельный монтаж из нержавеющей стали подобных контроллеров и варианты исполнения, которые имеют более высокий уровень защиты оболочки. Чтобы уйти от необходимости замены обоих компонентов, если один из них поврежден, некоторые пользователи предпочитают отдельную установку: PLC на монтажной панели и выделенный HMI. В настоящее время это не такая большая проблема, потому что разработчикам систем управления уже доступны интегрированные блоки, в которых контроллер устанавливается отдельно и не только физически, но и пространственно отделен от HMI. Данное решение очень упрощает переход на большие широкоформатные экраны, а также замену на более мощные аппаратные средства управления без переустановки непосредственно экрана вывода информации.

Установленный в шкафу промышленный ПК с отдельным HMI со степенью защиты оболочкой IP20. Эта форма с операционными системами, работающими в режиме реального времени, различными компьютерными ОС и веб-сервисами

может служить контроллером автоматизации. Функции контроллера могут быть разделены или выделены, а сам промышленный компьютер предназначен для самостоятельно выполняемых задач, таких как краевые, туманные или облачные вычисления. Создание архива, присвоение серийных номеров и проверка продукции с использованием систем машинного зрения также являются достаточно распространенными областями применения таких контроллеров.

5. Масштабируемость и универсальность

Хотя среды разработки ПО часто привязаны к аппаратным средствам (нано, микро, средним и большим PLC), также доступны и среды разработки, которые не зависят непосредственно от того или иного оборудования. Для этого проект должен быть закодирован: тогда аппаратное обеспечение управления можно легко выбрать или изменить без серьезного вмешательства в программирование. Такая гибкость распространяется на системы управления двигателями (моторами) и их приводы. Для шагового или частотно-регулируемого электропривода (Variable Frequency Drive, VFD) низкого уровня, не требующего большой точности, можно использовать только одну программу, аналогичную той, например, которая была разработана и применяется для серводвигателя с высоким уровнем точности управления. Как масштабируемость, так и универсальность будут особенно ценными в том случае, когда разрабатывается большое семейство похожего оборудования или исполнительных механизмов. Это связано с тем, что такой подход позволяет повторно использовать многие ключевые программные элементы.

6. Процессоры

Сегодня разработчику систем управления доступно множество вариантов выбора процессоров – от маломощных (с точки зрения вычислительных способностей) и до многоядерных, причем зачастую с перекрывающимися характеристиками в части производительности. Поэтому в таком вопросе рекомендуется сотрудничать со службой технической поддержки и

инженерами по продажам. Благодаря их знаниям о продуктах можно выбрать подходящий процессор для конкретного приложения с оптимальным соотношением цена/производительность.

В идеале при выборе процессора необходимо учитывать масштабируемость, поэтому ПО управления по всей линейке продуктов контроллера должно быть совместимым. Поставщики различных технологий автоматизации инвестируют значительные средства в создание складских запасов важнейших компонентов с целью гарантировать доступность продукта в течение достаточно длительного времени, а также в модернизацию – для замены устройств, в том числе процессоров, снимаемых с производства.

Кроме того, имеется еще один немаловажный момент. Нужно определить заранее, потребуется ли вам принудительная вентиляция или благодаря ожидаемой температуре окружающей среды, в которой будет установлен контроллер, можно будет использовать более экономичные и удобные безвентиляторные системы. Возможные варианты отвода генерируемого контроллерами тепла включают вентиляторы, кондиционеры, радиаторы и водяное охлаждение.

7. Память

Очень популярной среди контроллеров автоматизации стала твердотельная память: не только в виде твердотельных накопителей (Solid-State Drive, SSD), но и съемных носителей, таких как карты CFast, а также инсталлированных на аппаратурном уровне устройств памяти с небольшой емкостью в более экономичных приложениях. Преимущества съемной памяти заключаются в том, что ее можно быстро заменить, на ней нетрудно создавать и хранить резервные копии файлов, а объем доступной памяти можно легко расширить.

Однако с использованием промышленных карт памяти необходимо соблюдать предельную осторожность. Нужно обязательно убедиться в том, что спецификация на носитель соответствует требуемым техническим характеристикам для конкретного приложения. Различные типы памяти имеют

разные сроки службы, которые зависят от условий и рабочей температуры среды, а также числа циклов чтения/записи.

Анализ позволил сделать вывод, что ПЛК являются особым образом спроектированной цифровой системой управления на основе процессоров разной мощности и с различной функциональной оснащённостью, в зависимости от предназначения. Данную систему можно также считать специализированным мини-компьютером. При этом она изначально ориентирована на эксплуатацию в цехах промышленных предприятий, где имеется множество источников электромагнитных помех, а температура может быть, как положительной, так и отрицательной. Помимо к минимизации воздействия вышеуказанных факторов необходимо предусмотреть и защиту от агрессивной внешней среды, включающей пыль, брызги технологических жидкостей и паровоздушные взвеси. В таких случаях предусмотрена установка ПЛК в защитные шкафы или в удаленных помещениях. Отдельные модули могут размещаться на удалении до сотен метров от основного комплекта ПЛК и эксплуатироваться при экстремальных внешних температурах. Согласно МЭК 61131, для ПЛК с наружной установкой допустима температура 5 – 55 °С. Для устанавливаемого в закрытых шкафах ПЛК необходимо обеспечить рабочий диапазон 5 – 40 °С при относительной влажности 10 – 95 % (без образования конденсата).

Тип ПЛК выбирается при проектировании системы управления и зависит от поставленных задач и условий производства. В отдельных случаях это может быть моноблочный ПЛК с ограниченными функциями, имеющий достаточное количество входов и выходов. В других условиях потребуются ПЛК с расширенными возможностями, позволяющими использовать распределенную конфигурацию с удаленными модулями входа/выхода и с удаленными пультами управления технологическим процессом.

Для реализации поставленных нами задач на основе анализа рынка и требуемых условий нами был выбран ПЛК марки Siemens линейки S7-1500 с центральным процессором CPU 1512C-1 PN с достаточным для поставленных

задач количеством дискретных и аналоговых входов, дискретных выходов – 32DI/32 DO, 5AI/2AO, заказной номер 6ES7512-1CK00-0AB0. Технические данные выбранного ПЛК представлены ниже в таблице 2, а его внешний вид изображен на рисунке 5.

Таблица 2. Основные технические характеристики контроллера

Параметр	Значение
Вид напряжения питания	24 В пост. тока
Допустимый диапазон, нижний предел (пост. ток)	19,2 V; 20,4 В пост. тока для питания цифровых входов/выходов
Допустимый диапазон, верхний предел (пост. ток)	28,8 V

Продолжение таблицы 2

Параметр	Значение
Защита от перепутывания полярности	Да
Потребление тока (номинальное)	0,8 А; цифровая периферия на системе запитывается отдельно
Макс. ток включения	1,9 А
Встроенные дискретные входы	32
Встроенные дискретные выходы	32
Встроенные аналоговые входы	5
Встроенные аналоговые выходы	2
Оперативное запоминающее устройство: встроенное (для программ) встроенное (для данных)	250 kbyte 1 Mbyte
Память загрузки вставная (карта памяти SIMATIC), макс.	32 Gbyte
Время обработки ЦП:	
нормальное время операций побитовой обработки	48 ns
нормальное время операций со словами	58 ns
Габариты (ШхВхГ)	110x147x129 мм
Масса, приibl.	1360 г



Рисунок 5. Внешний вид ПЛК Siemens 6ES7512-1CK00-0AB0

2.3.3 Выбор блока питания

С одной стороны, источник питания достаточно простое устройство: имеются входное напряжение, выходное напряжение, мощность. Однако кроме этих основных параметров, есть и много других, определяющих выбор конкретного изделия. От правильного выбора источника питания зависит стабильность работы всей системы: промышленного контроллера, модулей ввода-вывода, реле, датчиков и исполнительных механизмов. Вот только сделать этот выбор бывает непросто. Открыв каталог, инженеры и проектировщики не всегда легко и быстро ориентируются в различиях между сериями источников питания, а скачав подробную документацию – теряются в большом количестве технических данных.

1. Входные характеристики

Типовой импульсный источник питания выпрямляет и фильтрует входное напряжение, высокочастотный генератор, питающийся уже напряжением постоянного тока, выдает импульсы, поступающие на высокочастотный трансформатор, после которого напряжение снова выпрямляется, а также стабилизируется и фильтруется. В силу своей схемотехники импульсный источник питания имеет некоторые особенности, из-за которых при выборе

следует обращать внимание не только на выходное напряжение и значение мощности.

- Ограничитель пускового тока

Пусковой ток используется для зарядки емкостей входного фильтра. Его значение может в несколько раз превышать номинальный ток и достигать 50...60 А. При отсутствии ограничителя пускового тока становится возможным непреднамеренное отключение автоматического выключателя, защищающего питающую линию источника питания (именно питающую линию, так как для защиты самого устройства в него встроен плавкий предохранитель).

- Наличие корректора коэффициента мощности

Источник питания потребляет энергию из сети импульсами, а значит форма его входного тока не является синусоидальной. Следовательно, во входной мощности присутствует реактивная составляющая, сеть «засоряется» гармониками, а проводники несут дополнительную нагрузку. Заметим, что обычно в документации указывается полный входной ток с учетом активной и реактивной составляющей. Поэтому не удивляйтесь, если вы обнаружите, что входной ток, например, 24-х вольтового источника питания на 5А гораздо больше, чем ток более мощной модели на 10А. Для решения этой проблемы в источник питания встраивают, так называемый корректор коэффициента мощности PFC (Power Factor Corrector), задачей которого является сведение к минимуму реактивной составляющей. На эту функцию следует обращать внимание, особенно при выборе мощных источников питания.

- Время компенсации провалов входного напряжения

Во время переключений в питающей сети или, например, при запуске мощных нагрузок напряжение на входе источника питания может кратковременно как проседать до 50...80% от номинального значения, так и опускаться до нуля. Зачастую время, в течение которого источник питания способен держать номинальную выходную мощность при провале напряжения (т.е. время компенсации провала), является важным параметром и критерием

для выбора. Требования к устройствам в этой части устанавливаются в стандарте ГОСТ Р 51317.4.11 (IEC 61000-4-11).

- Ширина диапазона входного напряжения

Широкий входной диапазон позволяет источнику питания обеспечивать стабильное напряжение для нагрузки при отклонениях питающего напряжения, а также гарантирует его работу в сетях с другими номинальными напряжениями. В энергетике часто необходимым требованием является возможность работы источника питания от входного напряжения 220 В постоянного тока. Так как на входе источника питания напряжение сначала выпрямляется, то в принципе нет разницы какое напряжение подается на него, переменного или постоянного тока. Однако не все производители описывают в документации такую возможность. Причина, наличие плавкого предохранителя во входной цепи источника питания. Токо-временные характеристики такого предохранителя отличаются для напряжения переменного и постоянного тока. Если он не отвечает определенным стандартам по времени отключения на постоянном токе, то в документации источника питания не указывается поддержка постоянного напряжения. Или указывается, но с дополнительным требованием использовать внешний DC-предохранитель.

2. Выходные характеристики

- Выходная мощность источника питания

Выходная мощность является одним из основных критериев выбора источника питания, однако в этом параметре есть свои подводные камни. Обычно номинальная выходная мощность обеспечивается не во всем диапазоне температур, и при повышенной температуре имеет место ее снижение (в документации это часто называется *derating*). Так вот, у источников питания некоторых производителей снижение номинальной мощности начинается уже с 40°C, а на верхней границе диапазона рабочих температур она составляет 60...70% от номинальной.

- Диапазон регулировки выходного напряжения

Возможность регулировки выходного напряжения позволяет питать нагрузки с нестандартным напряжением, а также компенсировать падение напряжения на протяженных линиях электропередач малого сечения.

- Параллельное и последовательное подключение

Источники питания, поддерживающие возможность параллельного подключения, дают возможность для реализации горячего резервирования, а также для возможности сложения мощности. Последовательное соединение применяется реже – для удвоения напряжения или для обеспечения биполярного питания (для операционных усилителей).

- Выходная вольт-амперная характеристика

Существуют 2 типа вольт-амперных характеристик: Fold-Back и U/I-характеристика. U/I-характеристика позволяет источнику питания запускать емкостные нагрузки, DC/DC-преобразователи, электродвигатели и т.п. В этом случае источник питания может выдерживать ток перегрузки и ограничивать выходную мощность, снижая выходное напряжение, а при устранении перегрузки автоматически восстанавливает нормальный режим работы. Такие источники питания выдерживают даже короткие замыкания. Источник питания с вольт-амперной характеристикой типа Fold-Back при этом просто отключается, и чтобы его запустить заново, необходимо переподключить питание на входе, что не всегда удобно.

3. Общие характеристики

- Диапазон рабочих температур

При выборе источника питания для эксплуатации в условиях низких температур, необходимо четко понимать, указана ли нижняя граница рабочего диапазона для условий холодного запуска или нет. Верхняя граница температурного диапазона важна вкуче с вышеописанной функцией derating: обратите внимание, до какого значения снижается мощность источника питания при высоких температурах.

- Надежность источника питания

Параметр наработки на отказ (MTBF) часто вызывает разночтения и некорректную его трактовку. В частности, его путают со сроком службы, т.к. указывается MTBF в тысячах часов или в годах. Стоит отметить, что это совершенно разные понятия. Нарботка на отказ – параметр чисто статистический, связанный с вероятностью выхода изделия из строя. Также этот параметр сильно зависит от температуры, поэтому, выбирая источник питания по этому критерию, обращайте внимание на температуру, при которой указан MTBF.

- Диагностические выходы

При наличии дискретных выходов возможен удаленный контроль состояния работоспособности источника питания. В норме ли его выходное напряжение, находится ли источник питания в режиме перегрузки – все это необходимая информация, когда речь идет о критически важных приложениях.

Стоит иметь в виду, что все характеристики источников питания указываются для номинального режима работы: номинальное входное и выходное напряжения, номинальная нагрузка, нормальные условия эксплуатации. Например, при превышении номинального тока снижается время компенсации провалов, а при уменьшении нагрузки – снижаются КПД и коэффициент мощности.

На основании вышеизложенного был выбран источник питания фирмы Phoenix Contact серии Quint Power – QUINT-PS/1AC/24DC/10/CO (см. рисунок 6).

Quint Power – источники питания с большим набором функций. Для выборочной, и поэтому экономичной защиты установок преобразователь Quint Power быстро инициирует магнитное срабатывание линейного защитного автомата, используя 6-кратный номинальный ток. Превентивные меры контроля позволяют выявлять критические состояния и предпринимать меры до появления неисправности, обеспечивая высокую степень готовности оборудования.

Надежный пуск тяжелых нагрузок производится при помощи статического резервирования мощности power boost. Благодаря настраиваемому напряжению покрываются все диапазоны от 18 В пост. тока до 29,5 В постоянного тока.



Рисунок 6. Внешний вид источника питания QUINT-PS/1AC/24DC/10/CO

2.4 Разработка схемы соединений системы управления

Схема соединений внешних проводок системы управления – это комбинированная схема, на которой отображаются электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом оборудовании, вне щитов и на щитах, а также подключения проводок к приборам и щитам. Схеме дают название: «Схема соединений внешних проводок». Схема подключения отображает внешние подключения изделий. На схеме изображают изделие, его входные и выходные элементы и подводимые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа, указываются данные о подключении изделия (характеристики внешних цепей, адреса). Схема подключения внешних проводок проектируется отдельным документом только при наличии единичных многосекционных или составных щитов,

большого числа соединительных коробок, групповых стоек приборов, когда подключения к ним затрудняют чтение схемы соединений. Схему подключения возможно не выполнять, если все подключения показаны на схеме соединений внешних проводок. Схеме дают название: «Схема подключения внешних проводок».

Если необходимо отдельное изображение электрических и трубных проводок цеха, участка, технологического агрегата, то возможно выполнение схемы соединений и подключения отдельно, на разных листах: для электрических и отдельно трубных проводок.

Схемы соединений и подключения внешних проводок делаются на основании следующих материалов:

- схем автоматизации технологических процессов;
- принципиальных, электрических, пневматических, гидравлических схем;
- эксплуатационной документации на приборы и средства автоматизации, примененные в проекте;
- таблиц соединений и подключения проводок щитов и пультов, выполняемых в соответствии с указаниями РМ4-107-77;
- чертежей расположения технологического, сантехнического, энергетического и тому подобного оборудования и трубопроводов с отборными и приемными устройствами, и также строительных чертежей со всеми необходимыми для прокладки внешних проводок закладными и приварными конструкциями, туннелями, каналами, проемами.

Прежде всего обязательным этапом работы по выполнению схем соединений и подключения должны быть:

- проверка наличия на технологических чертежах всех закладных и отборных устройств, необходимых для установки первичных измерительных преобразователей на трубопроводах и оборудовании, размещение на чертежах (планах, разрезах);

- согласование мест установки индивидуальных внештитовых приборов и групповых стоек приборов, местных щитов и щитов, расположенных в щитовых помещениях.

Схемы соединений и подключения выполняются без соблюдения масштаба на одном или нескольких листах формата не более А1 (594x841) по ГОСТ 2.301-68.

Действительное пространственное расположение устройств и элементов схем либо не учитывается вообще, либо учитывается приближенно.

Толщина линий, изображающих устройства и элементы схем, в том числе кабели, провода, трубы, должна быть от 0,4 до 1 мм по ГОСТ 2.303-68.

На схемах необходимо иметь наименьшее число изломов и пересечений проводок.

Расстояние между соседними параллельными проводками, а также между соседними изображениями приборов и средств автоматизации должно быть не менее 3 мм.

При наличии в проекте систем автоматизации нескольких аналогичных агрегатов с постоянными данными, общими для всех агрегатов, схемы выполняют для одного агрегата, а в технических указаниях даётся пояснение.

Например: схема выполнена для агрегата 1 и применима для агрегатов 2 и 3 с изменением индекса в номерах труб и кабелей соответственно на 2 и 3. В этом случае перечень элементов составляют для одного агрегата.

При наличии агрегатов с однотипными внешними проводками, отличающимися только длиной, схему соединений выполняют только для одного агрегата с таблицей применимости для других агрегатов, о чем в технических указаниях дают пояснение. Например: схема выполнена для агрегата 1 и применима для агрегатов 2 и 3 с изменениями согласно таблице применимости. В этом случае перечень элементов составляют для одного агрегата.

Маркировку жил кабелей и проводов на схемах соединений и подключения делают в соответствии с принципиальными электрическими схемами и

указаниями руководящего материала РМ4-106-77 «Схемы электрические принципиальные систем автоматизации. Требования к выполнению».

На схемах соединений необходимо указывать категории импульсных трубных проводок в соответствии с требованиями СНиП 3.05.07-85. Категорию одиночных трубных проводок допускается указывать над изображением трубы после обозначения ее характеристики.

Схемы должны содержать: первичные приборы; щиты; пульты; стивы; внешние приборы; групповые установки приборов; внешние электрические и трубные проводки; защитное зануление систем автоматизации; технические указания; перечень элементов. В необходимых случаях схемы соединений могут содержать дополнительно таблицу не стандартизированных условных обозначений и таблицу применяемости.

Первичные приборы. На схемах соединений сверху поля чертежа, а при большой насыщенности схемы приборами сверху и снизу в зеркальном изображении размещают таблицу с поясняющими надписями.

Размеры строк таблицы следует принимать, исходя из размещаемых в этих графах текстов надписей.

Разбивку строки таблицы «Наименование параметра и место отбора импульса» на заголовки и подзаголовки выполняют произвольно, группируя приборы либо по параметрам, либо по принадлежности к одному и тому же технологическому оборудованию.

В строку «Позиция» вносятся позиции приборов по схеме автоматизации и позиционные обозначения электроаппаратуры, присвоенные ей по принципиальным электрическим схемам. Для элементов систем автоматизации, не имеющих самостоятельной позиции (отборные устройства и т.п.), указывают позицию прибора, к которому они относятся, с предлогом «к», например: к 1а.

Под таблицей с поясняющими надписями располагают приборы и средства автоматизации, устанавливаемые непосредственно на технологическом оборудовании и трубопроводах.

Для приборов, не имеющих номеров электрических внешних выводов (например преобразователей термоэлектрических, термопреобразователей сопротивления), а также для пневматических исполнительных механизмов применяют графические условные обозначения, принятые для этих приборов на схемах автоматизации, т. е. по ОСТ 36-27-77.

Датчики, исполнительные механизмы и другие средства автоматизации с электрическими входами и выходами изображают монтажными символами по заводским инструкциям. При этом внутри символа указывают номера зажимов и подключение к ним жил кабеля или проводов. Маркировку жил наносят вне монтажного символа.

Щиты, пульты, стativeы. Щиты, пульты, стativeы изображают в виде прямоугольников в средней части чертежа (при расположении таблицы с поясняющими надписями сверху и снизу поля чертежа) или в нижней части поля чертежа (при расположении таблицы только сверху). Внутри прямоугольника указывается наименование щита, пульта, стativeа, а под ним (в скобках) – обозначение таблицы подключения данного пульта, щита, стativeа, выполненной в соответствии с РМ4-107-81.

Для составных щитов, пультов, стativeов состоящих из нескольких единичных щитов пультов, стativeов, дополнительно для каждого из них указывают их номера и обозначения таблиц подключения.

Для щитов, стativeов, состоящих из нескольких секций, дополнительно указывают номера отдельных секций.

Размеры прямоугольников, обозначающих щиты, пульты, стativeы, следует принимать, исходя из размещаемой в них информации.

Расположение графических обозначений устройств и элементов на схеме должно примерно соответствовать действительному размещению элементов и устройств в изделии, а расположение входных и выходных элементов внутри устройства – действительному размещению их в устройстве.

Если полный объем внешних проводок для данного щита, пульта не помещается на одном листе или документе, то на одном листе или документе

делают обрыв щита, пульта и продолжение их с соответствующими проводками изображают на следующем листе или документе со встречным указанием в месте обрыва листа или документа, на котором изображено продолжение этого щита, пульта. Это указание распространяется и в том случае, если щиты, пульты имеют продолжение на последующих листах или документах.

Для единичных односекционных щитов подключение внешних проводок на схеме соединений изображают следующим образом:

- в прямоугольнике щита показывают блоки зажимов, разъемы, соединители, а также подключение к ним труб, жил кабелей и проводов с соответствующей маркировкой;
- на свободном поле прямоугольника,
- изображающего щит, наносят наименование щита и обозначение таблицы подключения щита;
- при наличии в данном щите сальников и вводов (в случаях подвода трассы к шкафным щитам сверху) их изображают по ГОСТ 2.702-75 в местах подвода соответствующих проводов к прямоугольнику щита.

На полках линий-выносок проставляют номера сальников, вводов, присвоенные им по чертежам общих видов щитов (выбор типов сальников, вводов и заказ их осуществляют в чертежах общих видов щитов).

При наличии на щитах, пультах приборов, проводки к которым не допускается разрыва на зажимах щита, пульта (например термоэлектродных, коаксиальных и других специальных проводов и кабелей), в прямоугольниках, обозначающих щиты, пульты показывают условно прибор, его позицию по схеме автоматизации и контакты прибора, к которым непосредственно подключают внешнюю проводку.

При подводе внешних проводок к единичному односекционному щиту линии, изображающие внешние проводки, заканчиваются у контура прямоугольника, обозначающего щит. При подводе внешних проводок к многосекционному или составному щиту линии, изображающие внешние проводки доводят до

середины соответствующей секции или щита и заканчивают окружностью диаметром 2 мм.

Внештитовые приборы, групповые установки приборов. Внештитовые приборы (датчик, электроконтактные манометры и т.п.) и групповые установки приборов располагают на поле чертежа между таблицей с поясняющими надписями и прямоугольниками, изображающими щиты, пульта, стивы.

Для внештитовых приборов, не имеющих номеров электрических внешних выводов, а также для датчиков с пневматической дистанционной передачей применяют графические условные обозначения, принятые для этих приборов на схемах автоматизации, т.е. по ОСТ 36-27-77.

Внештитовые приборы, имеющие номера электрических и пневматических входов и выходов, изображают символами по заводским инструкциям.

Позиции всех внештитовых приборов указывают над полками линий-выносок, а под полками – обозначения чертежей их установки.

Для групповых установок приборов, имеющих самостоятельные схемы соединений, применяют условные обозначения в виде прямоугольников с указанием в них позиций устанавливаемых приборов по схемам автоматизации и в скобках – обозначение схемы соединений.

Размеры монтажных символов для приборов с электрическими и пневматическими входами и выходами, а также прямоугольники для графических обозначений групповых установок приборов следует принимать, исходя из размещаемой в них информации.

Внешние проводки. Первичные и внештитовые приборы, групповые установки приборов, щиты, пульта, стивы соединяют между собой электрическими и пневматическими кабелями, проводами и жгутами проводов, а также трубопроводами (импульсными, командными, питающими и др.), которые показывают на схемах отдельными сплошными линиями.

Выбор проводов и кабелей, а также выбор способа выполнения электропроводки производят в соответствии с указаниями руководящего

материала РМ4-6-84 «Проектирование электрических и трубных проводок систем автоматизации. Часть I. Электрические проводки».

Выбор труб (импульсных, командных, питающих и т.д.) производят в соответствии с указаниями руководящего материала РМ4-6-79 «Проектирование электрических и трубных проводок. Часть 2. Трубные проводки».

Для соединения и разветвления электрических кабелей и пневмокабелей на схемах соединений показывают соответственно электрические соединительные коробки, а при прокладке проводов в защитных трубках – протяжные коробки.

Протяжные коробки, необходимо только для протяжки проводов в магистральные защитные трубы, на схемах не показывают. Их выбирают монтажные организации при монтаже.

Протяжные коробки изображают в виде прямоугольника, внутри которого пунктиром наносят разветвления жгутов провода.

Пневматические соединительные коробки изображают в виде прямоугольника. В местах ввода одиночных труб показывают переборочные соединители, а в месте ввода пневмокабеля – сальники. Типы соединителей и сальников указывают на полках линии-выноски.

Электрические соединительные коробки изображают в виде прямоугольника, внутри которого размещают сборки зажимов с необходимой нумерацией и показывают подключение к ним жил кабелей (проводов) с соответствующей маркировкой.

В местах ввода в коробку кабелей наносят изображение кабельных вводов по ГОСТ 2.702-75. Типы кабельных вводов указывают на полках линии-выноски.

При применении в проекте автоматизации большого числа электрических соединительных коробок рекомендуют разрабатывать для них отдельным документом схему подключения внешних проводок. В этом случае соединительные коробки на схеме соединений показывают упрощенно в виде прямоугольника, без сборок зажимов и без сальников. Около графических

обозначений соединительных и протяжных коробок над полкой линии-выноски указывают их обозначения и порядковый номер. Под полкой линии-выноски соединительных коробок указывают обозначения чертежей их установки.

Допускаются обозначения чертежей установки соединительных коробок, если они идентичны, указывать в технических указаниях.

Для каждой внешней электрической проводки приводят ее техническую характеристику: для проводов – марку, сечение и при необходимости расцветку, а также длину. Длину указывают один раз для линии проводки, отходящей непосредственно от первичного прибора, при этом указывают полную длину провода или жгута до места его подключения к зажимам щитов, коробок, приборов.

При прокладке в одной защитной трубе нескольких проводов перед маркой проставляют их количество:

- для кабелей – марку, количество и сечение жил и при необходимости количество занятых жил, которые указывают в прямоугольнике, помещаемом справа от обозначения данного кабеля, а также длину кабелей;
- для металлорукава – тип и длину;
- для трубы – диаметр, толщину стенки и длину;
- для импульсных, командных, питающих, продувочных, дренажных и других труб приводят техническую характеристику, в которую входят: диаметр трубы, толщина стенки и длина, а также тип запорной арматуры;
- для пневмокабелей указывают марку, количество труб, их диаметр, толщину стенки и длину.

При наличии на схеме нескольких кабелей, труб одной марки, одного сортамента, а также запорной арматуры одного типа и, если они расположены рядом, их марку и тип допускается указывать на общей выносной линии.

Контрольным кабелям и защитным трубам, в которых проложены жгуты проводов, присваивают порядковые номера: 1, 2, 3.

Короба, применяемые для прокладки внешних проводок, изображают двумя параллельными тонкими сплошными линиями на расстоянии 3-4 мм друг от друга.

Коробам, в которых проложены жгуты проводов, присваивают порядковые номера с добавлением индекса.

Трубным проводкам (импульсным, командным, питающим, дренажным, вспомогательным и т.д., в том числе пневмокабелям) присваивают порядковые номера с добавлением перед ними индекса 0: 01, 02, и т. д.

Номера кабелей, жгутов проводов, трубопроводов проставляют в окружностях, помещаемых в разрывах изображений проводок.

Диаметры окружностей следует принимать из размеров записываемых в них номеров, но эти окружности на одном листе схемы должны быть одного диаметра. При разработке схем соединений для крупных объектов допускается применять систему нумерации кабелей, жгутов проводов и труб, отображающую их принадлежность к конкретным цехам, участкам, агрегатам и т. п.

Для этого рекомендуется: дополнять номер кабеля, жгута проводов и трубы индексом; например для цеха № 1 ректификации кабели нумеруются: 1-1, 1-2, 1-3 и т. д. или P1, P2, P3 и т. д.; для цеха № 2 упаковки: 2-1, 2-2, 2-3 и т. д., или У1, У2, У3 и т. д.; дополнять номер кабеля, жгута проводов, трубы индексом, присвоенным данному агрегату; например для приточной системы №1 кабели нумеруют: П1-1, П1-2, П1-3 и т.д.; для приточной системы № 2: П2-1, П-2, П2-3 и т. д.

Если для нескольких одинаковых агрегатов проекты идентичны, то выполняется проект только для одного агрегата. На чертеже указывается, что по данному проекту также выполняются монтажные работы для агрегатов № 2, № 3 с заменой номеров маркировки, например П1 -1, П1-2 и т. д. на П2-1, П2-2.

Если длины проводок для этих агрегатов разные, то в проекте приводится таблица длины проводок по агрегатам.

Порядковые номера проводкам присваивают на схеме соединений сверху вниз (при расположении щитов, пультов снизу поля чертежа), снизу вверх (при расположении щитов, пультов в средней части чертежа) и слева направо.

Нумерация внешних проводок должна быть сквозной в пределах документа. При выполнении схем на нескольких листах или отдельными документами кабели, провода, жгуты проводов, трубы, которые должны переходить с одного листа на другой, обрывают. В месте обрыва указывают обозначение, присвоенное этой проводке (номер кабеля, провода, трубы), и в скобках номер листа (при выполнении схемы на нескольких листах) или обозначение документа (при выполнении схем самостоятельными документами). На последующем листе или документе показывают продолжение проводки со ссылкой на предыдущий и (или) последующий листы или документ.

Обрывы внешних проводок в пределах одного листа или документа (когда эти проводки не переходят на другие листы или документы) заканчивают стрелками.

Защитное зануление систем автоматизации выполняют в соответствии с требованиями гл. 1.7 ПУЭ-7. Защитные проводники, а также узлы присоединения их к оборудованию, проходы через строительные элементы зданий и т.д. вносят в перечень элементов схем соединений.

При этом следует руководствоваться соответствующими нормативно-техническими материалами.

Диаметр окружности условных графических обозначений следует принимать равным 2 мм. Окружности, изображаемые у корпусов электрооборудования, должны быть затушеваны.

Технические требования (указания) в общем случае должны содержать:

- ссылки на схемы автоматизации, на основании которых указаны позиции приборов на схемах соединений;
- пояснения по нумерации кабелей, проводов, труб, коробов (при необходимости);
- указания по защитному занулению электроустановок;

- указания о том, что длины кабелей даны с учетом 6 %-ной надбавки на изгибы, повороты и отходы.

Технические требования (указания) размещают на первом листе схемы в соответствии с указаниями РМ4-59-78.

Перечень элементов. На схеме соединений внешних проводок приводят перечень элементов, в который включают:

- запорную арматуру;
- соединительные и протяжные коробки;
- кабели, провода, пневмокабели;
- трубопроводы, металлорукава;
- материалы зануления проводников, узлы присоединения их к оборудованию и т.п.

Короба в перечень элементов не включают, о чем в технических требованиях (указаниях) схемы должна быть выполнена соответствующая запись.

Графу "Поз. обозначение" таблицы перечня элементов не заполняют. Форму перечня элементов, последовательность заполнения и порядок размещения выполняют в соответствии с указаниями РМ4-59-78.

Элементы и устройства на схеме изображают в виде прямоугольников, внешних очертаний или условных графических обозначений, входные и выходные элементы – в виде условных графических обозначений или таблиц. Вводные элементы, через которые проходят провода, жгуты и кабели, изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД.

На схеме около графических обозначений устройств указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме. Допускается указывать также наименование, тип, основные параметры элементов и устройств.

На схеме следует указывать обозначения выводов (контактов) элементов и устройств, нанесенные на изделие или установленные в их документации. При

изображении на схеме нескольких одинаковых устройств обозначения выводов допускается указывать на одном из них.

При изображении на схеме разъемов допускается применять условные графические обозначения, не показывающие отдельные контакты, при этом сведения о подключении контактов приводят в таблице, размещаемой около разъема или на свободном поле схемы.

При использовании многоконтактных элементов допускается указывать сведения о присоединении проводов и жил кабеля к контактам одним из следующих способов:

- многоконтактное изделие изображают в виде прямоугольника, внутри которого условно изображают контакты и провода или жилы кабеля;
- концы линий направляют в сторону соответствующего жгута или кабеля и обозначают;
- у изображения многоконтактного устройства помещают таблицу с указанием подключения контактов.

Провода, группы проводов, жгуты и кабели должны быть показаны на схеме отдельными линиями. Для упрощения графики схемы допускается сливать отдельные провода, идущие на схеме в одном направлении, в общую линию. При подходе к контактам каждый провод изображают отдельной линией. Провода, жгуты и кабели должны быть обозначены порядковыми номерами в пределах изделия отдельно для каждого вида проводников. Номера кабелей проставляют в окружностях, помещенных в разрывах линий, изображающих кабель, вблизи мест разветвления жил, номера жгутов – на полках линий-выносок, номера групп проводов – около линий-выносок. Жилы кабелей нумеруют в пределах кабеля.

На схеме должны быть указаны: для проводов – марка, сечение, при необходимости расцветка; для кабелей – марка, количество и сечение жил, а также количество занятых жил. Количество занятых жил указывают в прямоугольнике справа от обозначения данных кабеля.

Сведения о проводах и присоединениях могут быть указаны в таблице, размещаемой на поле схемы, на первом листе, как правило, над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм от нее. Продолжение таблицы помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. Таблица соединений может быть выполнена в виде самостоятельного документа на формате А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104-68 (форма 2 и 2а), при этом ей присваивается наименование "Таблица соединений".

В графах таблиц указывают:

- в графе "Обозначение провода" – обозначение провода, жилы кабеля;
- в графах "Откуда идет", "Куда поступает" – условные буквенно-цифровые обозначения соединяемых элементов или устройств;
- в графе "Соединения" – условные буквенно-цифровые обозначения соединяемых элементов или устройств, разделяя их запятой;
- в графе "Данные провода": для провода – марку, сечение и при необходимости расцветку; для кабеля – марку, сечение и количество жил;
- в графе "Примечание" – дополнительные данные.

При выполнении соединений жгутами проводов или жилами кабелей перед записью проводов и жил помещают заголовок, например "Жгут 1". Провода жгута или жилы кабеля записывают в порядке возрастания номеров, присвоенных проводам и жилам.

При выполнении соединений отдельными проводами, жгутами проводов и кабелями в таблицу соединений записывают вначале отдельные провода (без заголовка), а затем, с соответствующими заголовками, жгуты проводов и кабели. Если на отдельные провода должны быть надеты изоляционные трубки, экранирующие оплетки и т.п., то в графе "Примечание" помещают соответствующие указания.

На поле схемы над основной надписью допускается помещать необходимые технические требования: о недопустимости совместной прокладки некоторых проводов, жгутов и кабелей; значения минимально допустимых расстояний между ними; о специфике прокладки и другое.

Согласно всем требованиям, приведенным выше, в данной ВКР была выполнена схема внешних соединений административного корпуса Затонской ТЭЦ (см. Приложение Г).

2.5 Компоновка шкафа системы управления

Шкаф системы управления был разработан на платформе Eplan. Компания Eplan Software & Service занимается разработкой специализированного программного обеспечения для автоматизированного проектирования с 1984 года. За более чем 20-летний период работы в этой области компанией разработана и отлажена единая платформа по проектированию АСУ ТП, электрики, гидравлики, пневматики, электрических шкафов, пультов, щитов, а также уникальные модули, позволяющие генерировать проект на основе табличных данных. Рассматриваемый модуль Eplan Pro Panel Professional предназначен для проектирования и создания документации, необходимой в производстве электротехнических шкафов, щитов, пультов. Опишем его основные возможности, позволяющие облегчить и автоматизировать труд разработчика и монтажника. При помощи одного из модулей – Eplan Electric P8 – можно создать электротехнический проект любой сложности.

Если же необходим расчет длин проводников, автоматическая трассировка с разделением цепей, проверка на коллизии, автоматический выпуск сопутствующей документации, автоматическая генерация шаблонов сверления и сборочного чертежа, то имеет смысл применять специализированный модуль – Eplan Pro Panel Professional. На первом этапе можно создать проект из электротехнического проекта Electric P8. При этом будет использоваться единая база данных изделий, и будет обеспечиваться полноценное сквозное проектирование. То есть, если добавлять или удалять изделие с принципиальной схемы, то оно автоматически добавится или удалится из проекта Pro Panel Professional. Кроме того, можно перейти от монтажной плоскости напрямую к принципиальной схеме и посмотреть, каким образом

подключено интересующее вас устройство. Проектировщику предоставляется возможность работать с любыми типами шкафов в любом количестве. Когда шкаф выбран, его очень просто оборудовать кабельными каналами любого типа, монтажными направляющими, сборными шинами и пр. При этом каждый кабельный канал может иметь свой тип, как смешанный, так и уникальный – цепи будут разделены. На любом этапе можно установить в шкаф любые дополнительные принадлежности – монтажные платы, ручки, шасси, цоколи (см. рисунок 7 и 8).

Возможность “горячей” замены одного шкафа на другой, одного кабельного канала на другой и так далее – это то средство, что поможет быстро и качественно изменить проект.

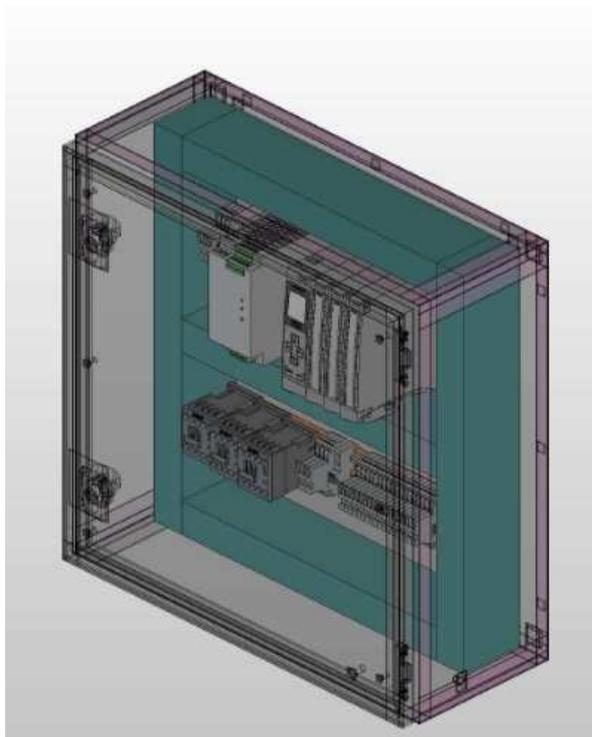


Рисунок 7. Шкаф в изометрии

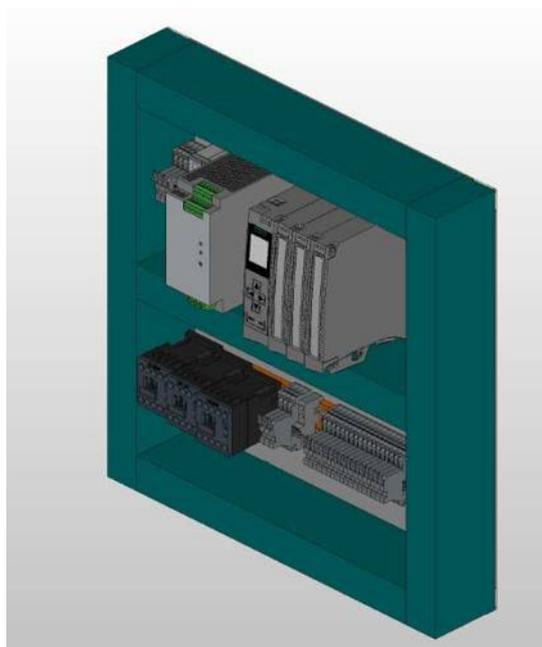


Рисунок 8. Монтажная плата шкафа в изометрии

При размещении кабельных каналов, монтажных направляющих, сборных шин, монтажных направляющих с захватами, Pro Panel Professional отследит все возможные конфликты по всем плоскостям. Например, наложить один кабельный канал на другой программа просто не разрешит. Другими словами, никогда не возникнет ситуация, когда шкаф в итоге не собирается воедино. Все необходимые элементы шкафа можно без труда найти в специальном навигаторе. При вставке устройств программа сама отследит наличие свободного места на монтажных направляющих. Это исключает ситуацию, когда часть устройств при сборке не поместится на выбранном месте. В процессе размещения устройств программа учитывает монтажные промежутки, что является очень важным моментом в случае установки целой серии изделий. Имеется возможность устанавливать сразу несколько устройств из спецификации: они расположатся в выбранном месте с учетом монтажных промежутков; установится и нужный шаблон сверления. Если необходимо добавить в шкаф абсолютно новое изделие, то встроенный модуль по созданию собственных компонентов позволит вам сконструировать новое устройство, новый шкаф, новый элемент шкафа, шаблон сверления и так далее. При создании проекта часто бывает целесообразно использовать имеющиеся

наработки – 3D-модели, построенные в других приложениях (например, SolidWorks, AutoCAD Inventor и др.). После размещения всех необходимых элементов в шкафу или за его пределами можно произвести автоматическую трассировку проводников с расчетом длин всех проводов (см. рисунок 9). При этом возможна трассировка как для отдельного шкафа, так и для всего проекта целиком. В процессе трассировки можно отследить заполняемость кабельных каналов. Если канал переполнен, его тут же можно заменить большим по размеру. Еще одной полезной особенностью данной программы является возможность генерации документа “Спецификация проводов”, предназначенного для монтажника. Данные можно передать в файл Excel или на станок с ЧПУ, который нарежет необходимое количество проводов, зачистит изоляцию и обожмет наконечник, а специальный принтер нанесет маркировку. Кроме того, монтажник может произвести безошибочную трассировку на модели реального объекта, используя инструмент по отслеживанию отдельных соединений в шкафах. Затем программа автоматически сгенерирует спецификацию на отдельные монтажные поверхности или на весь шкаф целиком. В спецификацию будут входить все необходимые изделия, вплоть до винтика. Такую спецификацию также можно передать в Excel или в электротехнический проект Electric P8. Помимо прочего, EPLAN Pro Panel Professional автоматически формирует шаблоны сверления. Их можно напрямую передать на станок с ЧПУ или просто распечатать в масштабе 1:1 для последующего наложения на реальную плоскость и сверления отверстий. Имеется возможность создать сборочный чертеж на весь проект или на отдельный шкаф, причем в индивидуальный чертеж будут входить указанные монтажные поверхности и виды шкафа. В дополнении ко всему, можно создать свои собственные спецификации (например, рассчитывать суммарную длину кабельных каналов, монтажных направляющих и т.д.), спецификации по всем установленным изделиям или на отдельную монтажную плоскость.

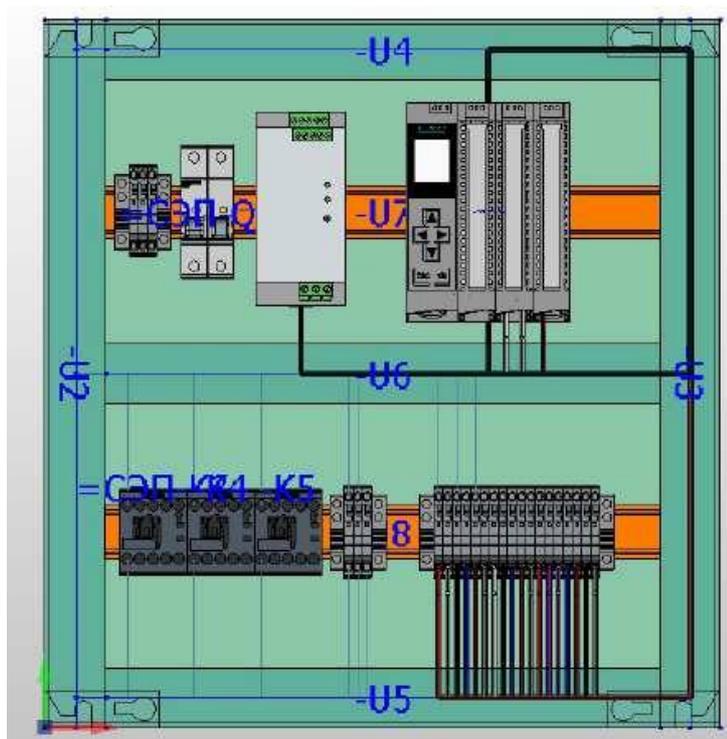


Рисунок 9. Трассировка шкафа

Таким образом, была разработана функциональная схема автоматизации, схема электрическая принципиальная и схема соединений, было выбрано необходимое оборудование и на основании этого была сделана компоновка шкафа системы управления.

3 РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

3.2 Разработка алгоритма работы системы управления

Алгоритм является одним из фундаментальных понятий математики и информатики. Наряду с моделированием, алгоритмизация – это общий метод информатики. Алгоритмы являются объектом систематического исследования

научной дисциплины «Теория алгоритмов» – раздела современной математики, где изучаются общие свойства алгоритмов.

Разработка алгоритмов функционирования представляет собой создание модели работы, функционирования программы как единой системы. Именно на данном этапе в проект вкладываются те ограничения, которые могут в будущем мешать при необходимости расширения функциональности созданной и уже работающей программы. Поэтому это очень важный этап разработки программного обеспечения.

Создание алгоритмов и программ для ЭВМ – это творческая задача, которая в общем случае требует выработки или привлечения нового знания. Чёткое построение алгоритма является важным конструктивным компонентом программирования. Он не связан с особенностями синтаксиса языков программирования, а также со спецификой функционирования конкретных ЭВМ. В ходе эволюции компьютеров менялись подходы и требования к созданию алгоритмов.

Поэтому отметим следующие подходы к построению алгоритмов:

1 **Операциональный подход.** Данный подход использовался в эпоху ЭВМ первого и второго поколения, когда их возможности с точки зрения сегодняшних достижений были скромны. Основными требованиями к алгоритмам были:

- а) минимальное время исполнения, а именно минимальное число операций;
- б) использование как можно меньшего числа ячеек оперативной памяти компьютера при выполнении программы.

Операциональный подход требовал от программиста детального описания решения задачи, а именно формулировки алгоритма и его специальной записи, но при этом обычно не указывались ожидаемые свойства результата. Оператор и данные – это основные понятия языков операционального программирования. Типичными языками программирования в операциональном подходе были Ассемблер, Бейсик, Фортран.

2 Процедурный (процедурно-ориентированный) подход. В данном подходе, как и в операциональном, необходимо детальное описание решения задачи, а именно формулировка алгоритма и его специальная запись. Ожидаемые свойства результата также обычно не указываются. Оператор и данные являются основными понятиями языков процедурного программирования, однако операторы объединяются в группы (процедуры). Типичные языки программирования в процедурно-ориентированном подходе – Бейсик, Фортран, Паскаль, Си.

3 Структурный подход. Этот подход к разработке алгоритмов возник в конце 1970-х гг. и связан с появлением ЭВМ третьего поколения. Структурный подход к разработке алгоритмов в целом не выходит за рамки процедурного подхода. Согласно теореме Бема – Якопини, основой технологических принципов структурного программирования является утверждение о том, что логическая структура программы может состоять из комбинации трех базовых структур:

а) следования, которые означают, что действия могут быть выполнены друг за другом;

б) ветвления – структуры, которые обеспечивают выбор между двумя альтернативами. После выполнения проверки выбирается один из путей;

в) цикла, который повторно выполняет определённый набор команд программы. Одним из компонентов структурного подхода к разработке алгоритмов является модульность. Модуль – последовательность операций, которые логически связаны между собой и оформлены как отдельная часть программы. Важным достижением структурного подхода к построению алгоритмов является нисходящее проектирование программ. Оно основано на идее уровней абстракции. Эти уровни в разрабатываемой программе становятся уровнями модулей. При нисходящем проектировании подлежащая решению задача разбивается на несколько подзадач, которые по своему содержанию подчиняются главной задаче. В свою очередь, эти подзадачи разбиваются на более мелкие подчиненные подзадачи до тех пор, пока не будет достигнут уровень относительно небольших подзадач, требующих для решения

небольших модулей. Данное разбиение называется декомпозицией или детализацией. Схема иерархии при проектировании программ позволяет преодолевать проблему сложности разработки программы. Типичными языками программирования в структурном подходе являются Паскаль, Модуль.

4 Параллельное программирование. Данный подход является развитием процедурно-ориентированного подхода в программировании. Параллельное программирование – раздел программирования, связанный с изучением и разработкой методов и средств для:

а) адекватного выражения в программах естественного параллелизма решаемых на ЭВМ задач;

б) распараллеливания обработки информации в многопроцессорных и мультипрограммных ЭВМ с целью ускорения вычислений и эффективного использования ресурсов машины».

Основу обычного (последовательного) программирования составляет понятие алгоритма, который исполняется строго последовательно во времени по шагам. В параллельном программировании программа генерирует совокупность процессов обработки информации. Эти процессы могут быть связаны между собой статическими либо динамическими отношениями пространственно-временного или причинно-следственного характера. Параллельные вычисления могут выступать в разных конкретных формах. Это зависит от этапа программирования, от сложности параллельно выполняемых фрагментов вычислений и от характера связей между ними. Современные технологии параллельного программирования позволяют:

- создавать и анализировать эффективные параллельные алгоритмы;
- использовать программные инструменты и библиотеки для разработки, отладки, анализа и оптимизации параллельных программ.

К таким технологиям относятся технологии:

- ориентированные на кластеры / суперкомпьютеры (технология MPI);

- состоящие из вычислительных узлов на базе традиционных многоядерных центральных процессоров (технологии OpenMP, Intel Cilk Plus, Intel TBB, Intel ArBB, OpenCL);

- состоящие из гетерогенных узлов с использованием графических процессоров (технологии NVIDIA CUDA, OpenCL).

Отметим, что исследования в области параллельного программирования способствуют дальнейшему развитию архитектуры высокопроизводительных машин и комплексов.

5 Объектный (Объектно-ориентированный) подход. Объектно-ориентированное программирование (ООП) – это программирование с использованием объектов. Программа является моделью некоторой другой реально существующей или искусственной системы. При разработке программной модели некоторой предметной области – части реального мира – большая сложность возникает в семантическом разрыве между реальностью и программой. Программа и предметная область описываются в разных терминах и понятиях. В объектной модели этот разрыв уменьшается, так как реальный мир описывается как набор взаимодействующих объектов. Основными свойствами ООП являются:

- Инкасуляция – объединение данных с функциями их обработки в сочетании со скрытием информации, ненужной для использования этих данных.

- Наследование – возможность создания иерархии классов, когда потомки наследуют все свойства своих предков, могут их изменять и добавлять новые.

- Полиморфизм – возможность использовать в различных классах иерархии одно имя для обозначения сходных по смыслу действий и выбирать требуемое действие во время выполнения программы. Чаще всего понятие полиморфизма связывается с механизмом виртуальных функций. Типичными языками программирования в объектном подходе являются C++, Делфи.

6 Декларативный подход. Данный подход в разработке компьютерных программ появился в начале 70-х гг. Он направлен на решение задач искусственного интеллекта. При применении декларативного подхода

описывается не алгоритм получения результата, а свойства, взаимосвязи исходных данных и свойства, которыми должен обладать результат. Алгоритм получения результата порождается автоматически системой, поддерживающей декларативно-ориентированный язык программирования. Декларативный подход в разработке компьютерных программ развивается в двух вариантах: логическом и функциональном. В логическом варианте описание задачи происходит с помощью совокупности фактов и правил в некотором формальном логическом языке. В функциональном варианте задача описывается в виде функциональных соотношений между фактами.

Рассмотренные выше подходы к разработке алгоритмов предполагают выполнение основных требований, предъявляемых к алгоритмам:

1. Дискретность, т.е. прерывистость, – работа алгоритма осуществляется тактами (шагами).
2. Детерминированность, т.е. определенность, – предшествующие шаги алгоритма вполне определяют его каждый последующий шаг.
3. Результативность – алгоритм обязан выдать результат после конечного числа шагов.
4. Универсальность – алгоритм должен быть применим к любой задаче данного класса задач.

Таким образом, на основании структурного подхода был составлен алгоритм работы программы. В начале есть возможность права выбора необходимого помещения, далее происходит опрос датчиков температуры, если работают два датчика температуры, то по усреднению двух величин определяем температуру в помещении, затем происходит сравнение с заданными значениями низких/высоких или очень низких/очень высоких температур и в зависимости от этого происходит включение либо одного обогревателя/кондиционера, либо двух. И в зависимости от значений отображается сообщение об ошибке – «Высокая/низкая температура» или «Очень высокая/очень низкая температура» и данная информация передаётся на диспетчерский пульт. Если же работает один датчик их двух, то значение

величины от данного датчика принимается за необходимую в помещении температуру и программа продолжает работать по вышеуказанному принципу. А также выдаётся сообщение об ошибке «Работает один датчик» и передаётся данная информация на диспетчерский пульт.

Алгоритм работы системы управления изображён в Приложении Д.

3.3 Разработка приложения оператора

Разработка приложения оператора была выполнена через SCADA-систему. SCADA (аббр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition, Диспетчерское управление и сбор данных) – программный пакет, предназначенный для разработки и обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA может являться частью АСУ ТП, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания. SCADA-системы используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени. Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры и, для связи с объектом, использует драйверы ввода-вывода или OPC/DDE серверы. Программный код может быть как написан на языке программирования (например, на C++, Step7), так и сгенерирован в среде проектирования.

Иногда SCADA-системы комплектуются дополнительным ПО для программирования промышленных контроллеров. Такие SCADA-системы называются интегрированными и к ним добавляют термин SoftLogic. Термин SCADA имеет двоякое толкование. Наиболее широко распространено понимание SCADA как приложения, то есть программного комплекса, обеспечивающего выполнение указанных функций, а также инструментальных средств для разработки этого программного обеспечения. Однако, часто под SCADA-системой подразумевают программно-аппаратный комплекс.

Подобное понимание термина SCADA более характерно для раздела телеметрия. Телеметрия, телеизмерение (от др.-греч. «далеко» + «измеряю») – совокупность технологий, позволяющая производить удаленные измерения и сбор информации для предоставления оператору или пользователю, составная часть телемеханики. Значение термина SCADA претерпело изменения вместе с развитием 387 технологий автоматизации и управления технологическими процессами. В 1980-е гг. под SCADA-системами чаще понимали программно-аппаратные комплексы сбора данных реального времени. С 1990-х гг. термин SCADA больше используется для обозначения только программной части человеко-машинного интерфейса АСУ ТП. Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) (англ. Human machine interface, HMI) – широкое понятие, охватывающее инженерные решения, обеспечивающие взаимодействие человека-оператора с управляемыми им машинами.

SCADA-системы решают следующие задачи:

1. Обмен данными с УСО (устройства связи с объектом, то есть с промышленными контроллерами и платами ввода/вывода) в реальном времени через драйверы;
2. Обработка информации в реальном времени;
3. Логическое управление;
4. Отображение информации на экране монитора в удобной и понятной для человека форме;
5. Ведение базы данных реального времени с технологической информацией;
6. Аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
7. Подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса;
8. Осуществление сетевого взаимодействия между SCADA ПК;
9. Обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры).

В системе управления предприятием такими приложениями чаще всего являются приложения, относимые к уровню MES. MES (от англ. Manufacturing

Execution System, производственная исполнительная система) – специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства. С 2004 г. термин расшифровывается как англ. Manufacturing Enterprise Solutions – корпоративные системы управления производством.

SCADA-система обычно содержит следующие подсистемы:

1. Драйверы или серверы ввода вывода – программы, обеспечивающие связь SCADA с промышленными контроллерами, счетчиками, АЦП и другими устройствами ввода-вывода информации.

2. Система реального времени – программа, обеспечивающая обработку данных в пределах заданного временного цикла с учетом приоритетов.

3. Человеко-машинный интерфейс (HMI, англ. Human Machine Interface) – инструмент, который представляет данные о ходе процесса человеку оператору, что позволяет оператору контролировать процесс и управлять им. Программа-редактор для разработки человеко-машинного интерфейса.

4. Система логического управления – программа, обеспечивающая исполнение пользовательских программ (скриптов) логического управления в SCADA-системе. Набор редакторов для их разработки.

5. База данных реального времени – программа, обеспечивающая сохранение истории процесса в режиме реального времени.

6. Система управления тревогами – программа, обеспечивающая автоматический контроль технологических событий, отнесение их к категории нормальных, предупреждающих или аварийных, а также обработку событий оператором или компьютером.

7. Генератор отчетов – программа, обеспечивающая создание пользовательских отчетов о технологических событиях. Набор редакторов для их разработки.

8. Внешние интерфейсы – стандартные интерфейсы обмена данными между SCADA и другими приложениями. Обычно OPC, DDE и т.д. OPC (OLE for

Process Control) – семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами. DDE (Dynamic Data Exchange) – механизм взаимодействия приложений в операционных системах Microsoft Windows.

Термин SCADA обычно относится к централизованным системам контроля и управления всей системой, или комплексами систем, осуществляемого с участием человека. Большинство управляющих воздействий выполняется автоматически RTU или ПЛК. RTU (Remote Terminal Unit) – удаленное оконечное устройство. В SCADA системах под этим сокращением обычно понимают контроллер, находящийся на объекте контроля и управления, выполняющий непосредственный сбор данных с объекта и выдачу команд управления. RTU является оконечным устройством в системе сбора данных, т.е. оно подключено к окончанию канала связи с центральным устройством системы. Непосредственное управление процессом обычно обеспечивается RTU или PLC, а SCADA управляет режимами работы. Например, PLC может управлять потоком охлаждающей воды внутри части производственного процесса, а SCADA система может позволить операторам изменять уставку для потока, менять маршруты движения жидкости, заполнять те или иные емкости, а так же следить за тревожными сообщениями (алармами), такими как – потеря потока и высокая температура, которые должны быть отображены, записаны, и на которые оператор должен своевременно реагировать. Цикл управления с обратной связью проходит через RTU или ПЛК, в то время как SCADA система контролирует полное выполнение цикла. Сбор данных начинается в RTU или на уровне PLC и включает – показания измерительного прибора. Далее данные собираются и форматируются таким способом, чтобы оператор диспетчерской, используя НМІ мог принять контролирующие решения – корректировать или прервать стандартное управление средствами RTU/ПЛК. Данные могут также быть записаны в архив для построения трендов и другой аналитической обработки накопленных данных.

В ВКР была разработана система визуализации инженерными системами (системы отопления и кондиционирования) административного корпуса Затонской ТЭЦ.

Для реализации программы было использовано следующее оборудование:

- Контроллер CPU 1512C-1 PN;
- HMI-панель TP700 Comfort.

Соединение контроллера и HMI-панелью произведено с помощью PROFINET. Схема соединения представлена на рисунке 10.

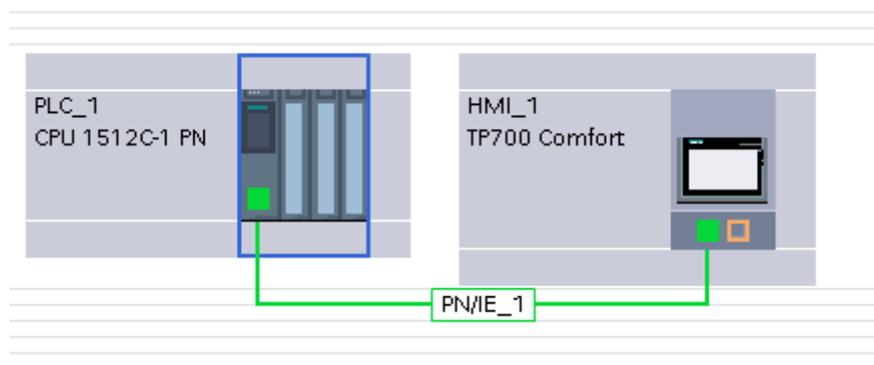


Рисунок 10. Связь между контроллером и HMI-панелью

Данное оборудование отвечает необходимым параметрам для обеспечения нужного режима работы.

В ходе работы был спроектирован основной экран панели для визуализации систем отопления и кондиционирования.

Элементы основного экрана:

1. 2 датчика температуры, которые путём усреднения выдают среднюю температуру помещения;
2. 2 кондиционера – первый включается, достигнув значения «Высокая температура», второй – «Очень высокая температура»;
3. 2 обогревателя – первый включается, достигнув значения «Низкая температура», второй – «Очень низкая температура».

Для удобства помещения были объединены с помощью рецептов для технологического процесса. Был создан экран управления рецептами.

Для эффективного использования НМІ-панели в программу были добавлены следующие элементы:

1 Алармы (Alarms – окна уведомлений/ошибок)

2 Тренды – графики, строящиеся в зависимости от заданного бита. Они выведены на отдельный экран для удобства отслеживания.

Основной экран приложения оператора, а также окна ошибок представлены в Приложении Е.

Таким образом, для создания человеко-машинного интерфейса (НМІ) и решения задач оперативного управления был использован пульт управления, на котором оператор выбирает необходимое помещение, узнаёт температуру помещения в реальном времени, отслеживает включение вентиляторов при высокой температуре и обогревателей при низкой, а также отслеживает изменения температуры помещения на графике. Внедрение такой системы позволило оптимизировать управление ею и уменьшить роль оператора в процессе управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, использующее саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоёмкости выполняемых операций.

Автоматизированная система управления инженерными системами (АСУ ИС) необходима для контроля инженерного оборудования, разнесенного территориально, а также расположенного в труднодоступных местах. Как правило, диспетчеризация включается в систему управления многофункциональными объектами со сложной инженерной инфраструктурой, такими как офисные здания, торгово-развлекательные центры, а также производственные комплексы и другие промышленные предприятия.

При разработке выпускной квалификационной работы были достигнуты цель и задачи, поставленные в самом начале.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в оптимизации и повышении эффективности контроля и управления инженерными системами Затонской ТЭЦ. Мы её достигли, выбрав датчики температуры, давления, программируемый логический контроллер, а также разработав систему визуализации. Тем самым оптимизировали управление ею и уменьшили роль оператора в процессе управления.

Решение поставленных задач было осуществлено следующим образом:

1. На основании технического задания был произведён анализ объекта. АСУ ИС должна быть построена как человеко-машинная система, работающая в темпе протекания технологических процессов (реальном времени) и включающая в себя оперативный технологический персонал, оперативный обслуживающий персонал и комплекс технических и программных средств, в том числе рабочие места управления и обслуживания.

2. Проектирование системы автоматизации объекта было выполнено на платформе Eplan. Сделаны схемы автоматизации, электрические принципиальные и внешних проводок, а благодаря специализированному модулю Eplan Pro Panel Professional был сконструирован шкаф системы управления.

3. Разработка алгоритма системы управления была выполнена на языке программирования LAD в TIA Portal и приложения оператора через SCADA-систему.

В ходе ВКР также были решены задачи автоматизации:

1. централизованный мониторинг и удаленное управление оборудованием систем жизнеобеспечения объекта достигнуто тем, что вся информация поступает на диспетчерский пульт управления;

2. повышение эффективности управления, эксплуатации и безопасности инженерного комплекса объектов, минимизация ошибочных действий персонала и создание комфортных условий жизнедеятельности работающего персонала за счёт замены человека-оператора в задачах, которые связаны с тяжёлым физическим трудом или монотонной работой;

3. экономия энергоресурсов выполняется за счёт установки автоматизации операций.

Основными источниками информации, использованными для выполнения ВКР были материалы технического задания на создание автоматизированной системы контроля и управления инженерными системами Затонской ТЭЦ, курсовых работ по системе автоматизированного проектирования в EPLAN и SCADA системы в автоматизированном производстве, а также нормативная документация.

Таким образом, разработанная АСУ ИС оснастила Затонскую ТЭЦ современной системой автоматизации, обеспечивающей высокую степень безопасности за счет реализации противоаварийных защит и повышенную надежность работы оборудования за счет контроля его основных диагностических параметров, а также облегчила труд оперативного персонала

и повысила результативность службы охраны. Благодаря оптимизированным алгоритмам управления оборудованием решились вопросы ресурсо- и энергосбережения. Система спроектирована таким образом, что высокая надежность и высокий коэффициент готовности управления оборудованием обеспечиваются при минимальном вмешательстве персонала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башмаков А.И. Интеллектуальные информационные технологии: учебное пособие для вузов по направлению «Информатика и вычислительная техника» / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 302 с.
2. Бергер Г. Автоматизация с Simatic. – Siemens AG, 2006 – 453 с.
3. Бергер Г. Автоматизация с помощью программ STEP7 LAD и FBD. – Siemens AG, 2001. – 605 с.
4. Емельянов А.Н. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие по содержанию и проектированию / А.Н. Емельянов, О.В. Капник. – М.: Энергоиздат, 1983. – 400 с.
5. Карнаухов Н.Ф. Электромеханические и мехатронные системы: учебное пособие по специальностям 190206, 220401, 220402. – Ростов н/Д: Феникс, 2006 – 319 с.
6. Ключев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев. – Энергоатомиздат, 1990. – 488 с.
7. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие для бакалавров и магистров по направлению «Мехатроника и робототехника». – СПб и др.: Лань, 2012. – 608 с.
8. Мюллер Ю. Регулирование на основе Simatic: практическое пособие: пер. с нем. / Ю. Мюллер, В. Хунгер, Б.М. Пфайфер. – Siemens AG, 2002.
9. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП: методическое пособие. Книга 1. – М.: ДЕАН, 2009. – 544 с.
10. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП: методическое пособие. Книга 2. – М.: ДЕАН, 2009. – 944 с.

11. Ничушкина Т.Н. Разработка алгоритмов простейших программ: электронное учебное издание / Т.Н. Ничушкина, В.В. Гуренко. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 49 с.
12. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 1999-2005
13. Реймген Ю.Э. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. SCADA система // Журнал МГИ НИТУ «МИСиС». – 2014.
14. ГОСТ 21.208-2013. Автоматизация технологических процессов. – М.: Стандартиформ, 2013. – 27 с.
15. ГОСТ 34.601-90. Автоматизированные системы. Стадии создания. – М.: Стандартиформ, 2009. – 6 с.
16. ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – М.: Стандартиформ, 2009. – 12 с.
17. ГОСТ 34.602-92. Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем. – М.: Стандартиформ, 2009. – 6 с.
18. ГОСТ 2.104-68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. – М.: Стандартиформ, 1968. – 8 с.
19. ГОСТ 2.702-75. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем. – М.: Стандартиформ, 1977. – 35 с.
20. ГОСТ 2.301-68. Единая система конструкторской документации. Форматы. – М.: Стандартиформ, 2007. – 5 с.
21. ГОСТ 2.303-68. Единая система конструкторской документации. Линии. – М.: Стандартиформ, 2007. – 7 с.
22. ОСТ 36-27-77. Обозначения условные в схемах автоматизации технологических процессов. – М.: Стандартиформ, 2007. – 34 с.
23. РД 34.11.321-96. Нормы погрешности измерений технологических параметров тепловых электростанций и подстанций. – М.: Стандартиформ, 2009. – 27 с.

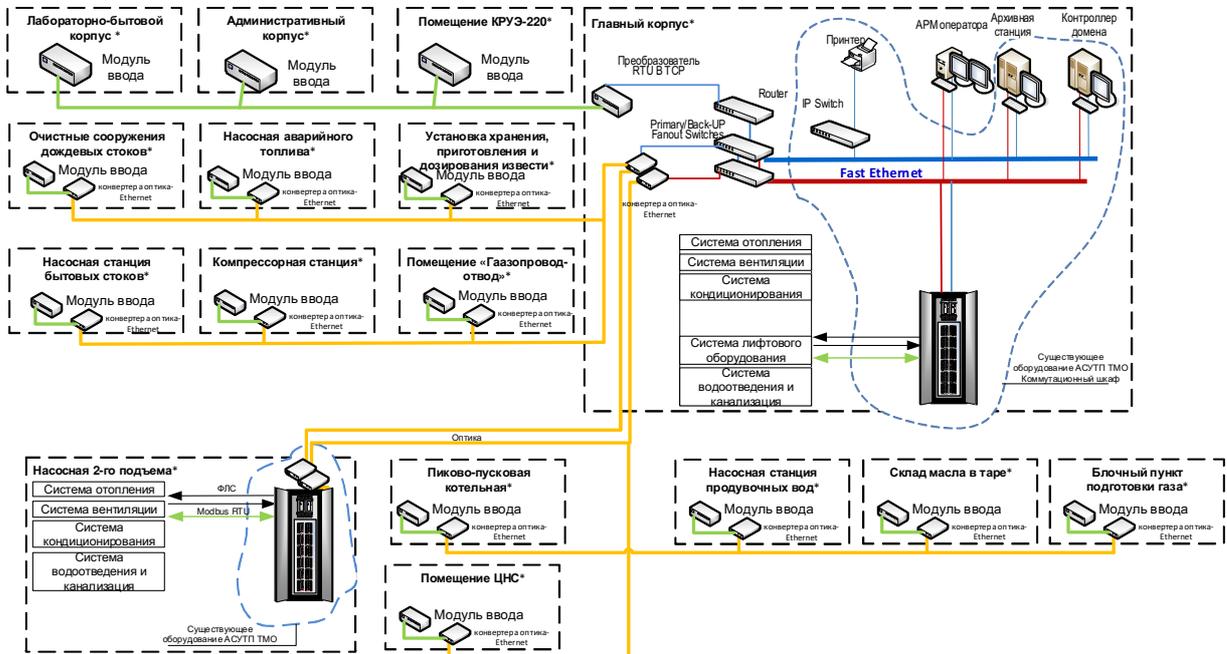
24. РМ4-59-95. Системы автоматизации. Состав, оформление и комплектование рабочей документации. – М.: ГПКИ «Проектмонтажавтоматика», 1995. – 80 с.
25. РМ4-107-82. Системы автоматизации технологических процессов. Требования к выполнению проектной документации на щиты и пульты. – М.: ГПКИ «Проектмонтажавтоматика», 1982. – 150 с.
26. РМ4-106-91. Системы автоматизации технологических процессов. Схемы электрические принципиальные. Требования к исполнению. – М.: ГПКИ «Проектмонтажавтоматика», 1991. – 87 с.
27. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ.
28. SCADA система WinCC (учебное пособие). – http://zet-info.ucoz.ru/load/uchebnaja_literatura/obuchajushhij_uchebnyj_kurs_po_scada_sisteme_simatic_wincc_v7_0/6-1-0-260.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Объект автоматизации



Рисунок А1. Затонская ТЭЦ



*-В объект входят системы жизнеобеспечения, указанные в приложении №2

Указанные способы передачи информации от объектов в Систему могут быть скорректированы в процессе рабочего проектирования системы.

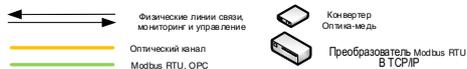
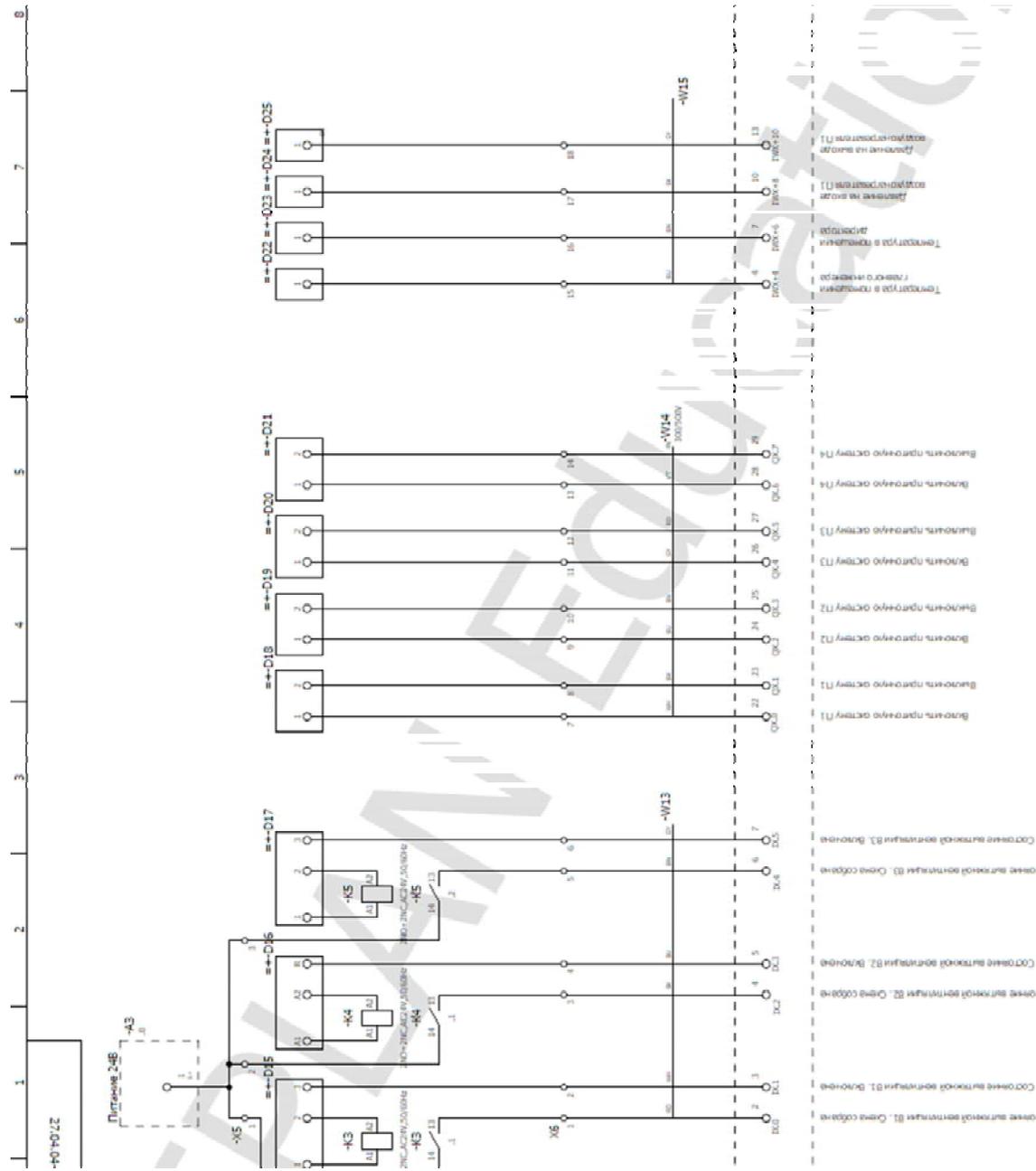
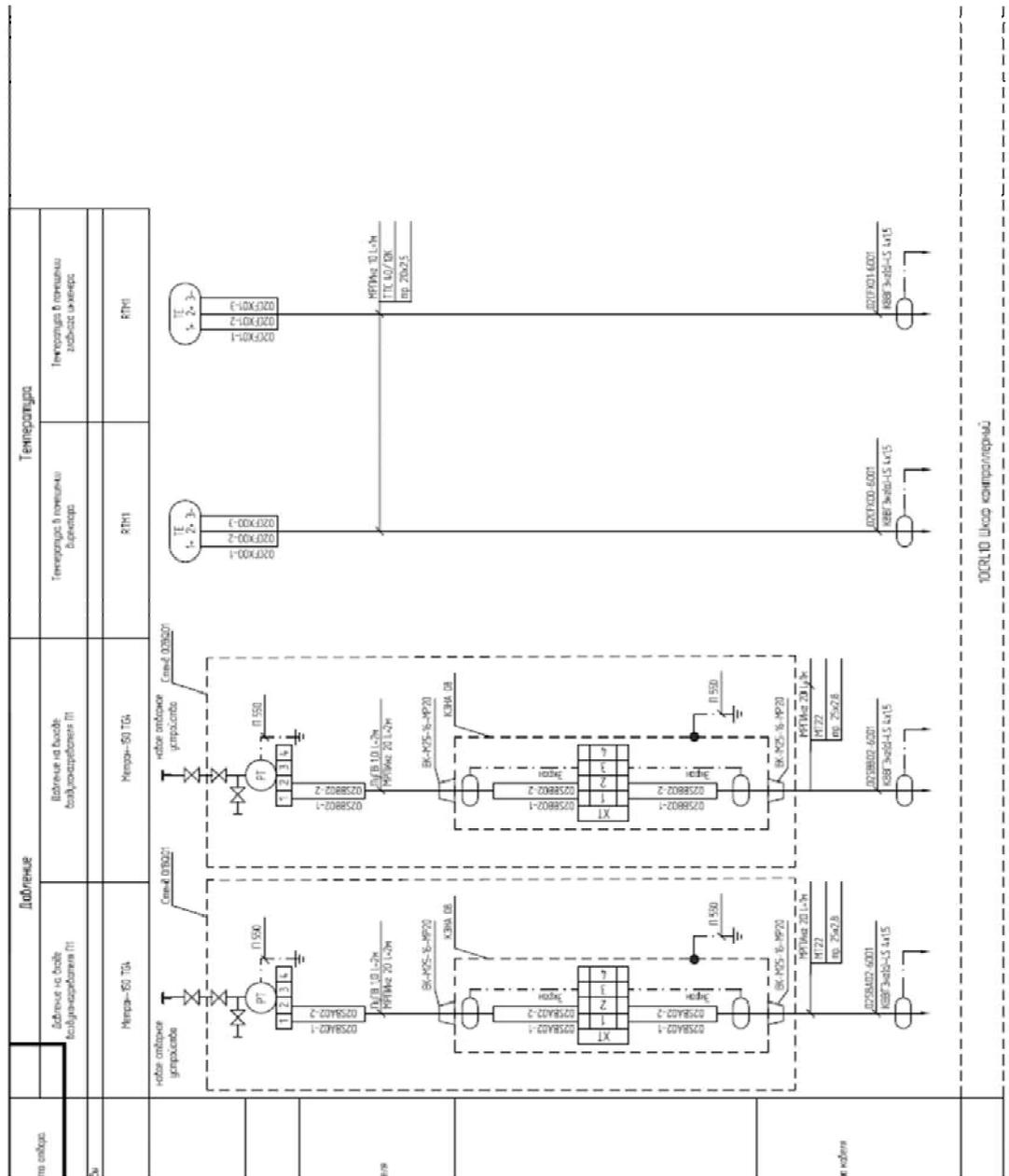


Рисунок А2. Структурная схема АСУ ИС



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Схема соединений системы управления



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Алгоритм работы системы управления

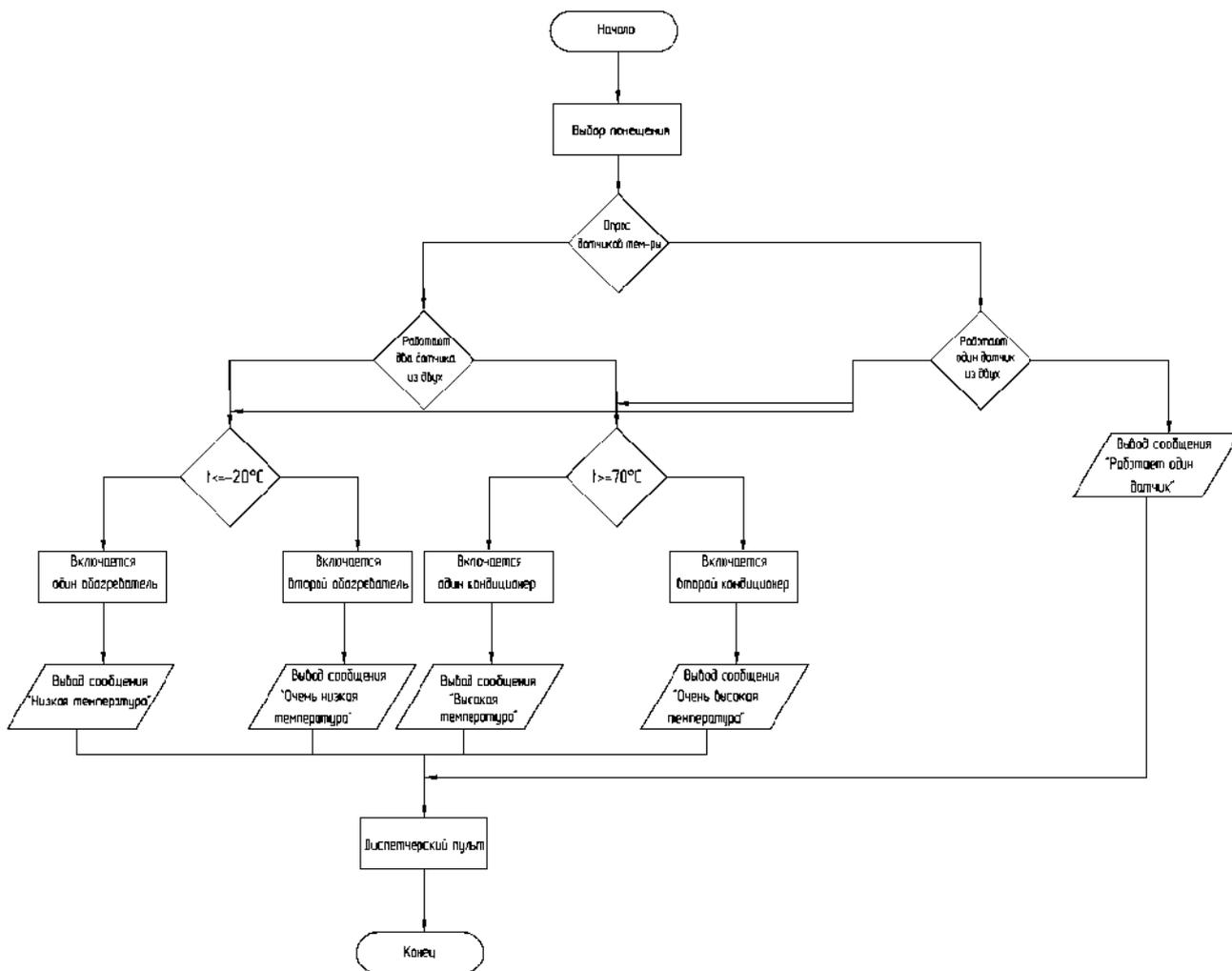


Рисунок Д1. Алгоритм работы системы управления

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Интерфейс оператора

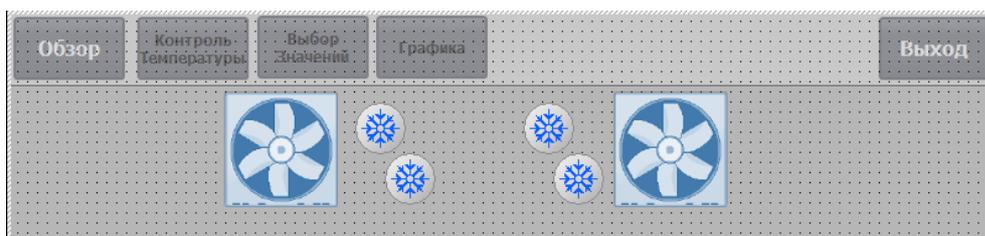


Рисунок Е1. Основной экран

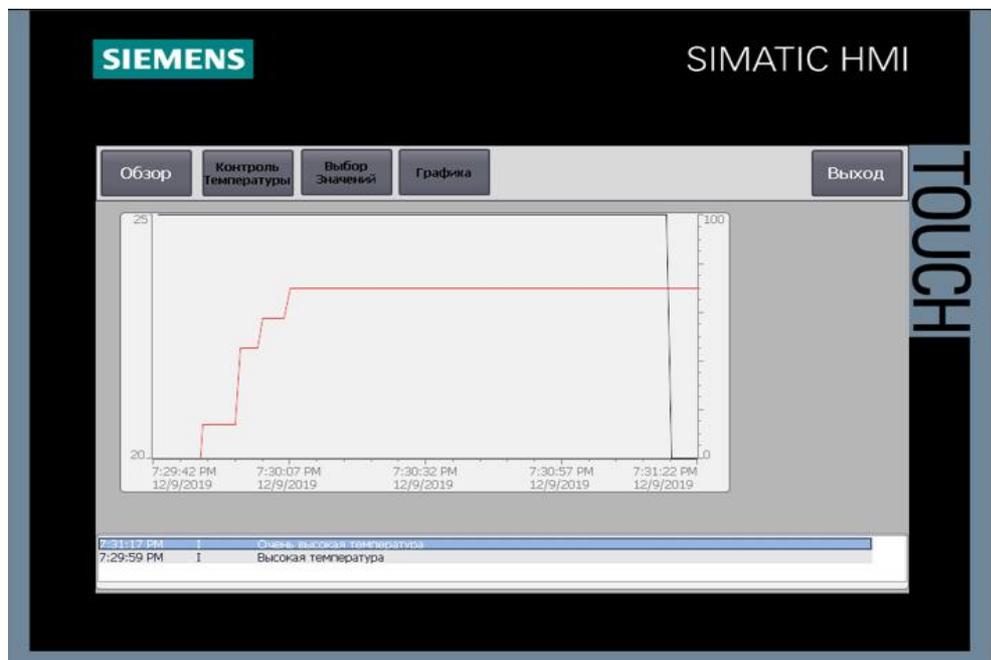


Рисунок Е2. График трендов

Продолжение приложения Е



Рисунок Е3. Окно ошибок при высоких температурах

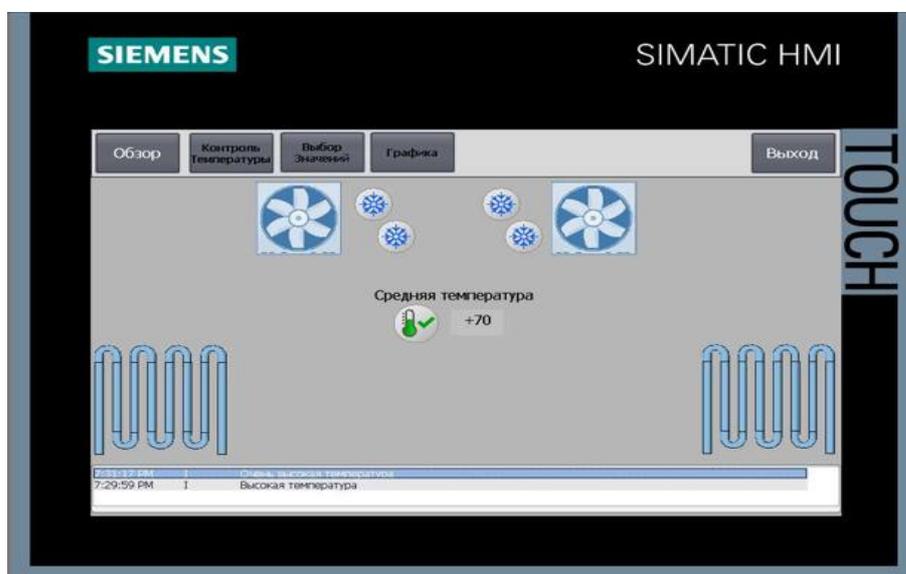


Рисунок Е4. Окно ошибок при низких температурах