**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

**ПЕНЗЕНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ**

**Кафедра «Автоматизация и управление»**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**На тему:** **«Контроль температуры пара на входе в регенеративные подогреватели»**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**ПГТА 220301.23. ПЗ**

Пенза 2009 год

**ЛИСТ ЗАДАНИЯ**

1. Ведение

Анализ существующих АСУ, их структура, недостатки в управлении, тенденции развития, обоснование необходимости модернизации.

1. ИАСУ - решение проблемы комплексной автоматизации систем управления. Общие сведения о ИАСУ.

Определение ИАСУ, назначение, функции, преймущество перед существующими системами.

Структура ИАСУ (общая схема, назначение модулей, иерархия управления. Перспективы развития ИАСУ.

1. Разработка структуры автоматизированной системы управления ТЭС.

Разработать предполагаемую структуру автоматизированной системы управления ТЭС (ИАСУ). Изобразить схему, с указанием уровней управления по иерархии (АСУП, АСУТП и др.). На каждом уровне указать составляющие модули, их назначение, их соединения между собой. Описать уровень SCADA (назначение SCADA систем, выполняемые функции, основные элементы).

4. Анализ и выбор современных средств контроля и обработки информации. Разработка функциональной схемы применительно***для*** ***контроля температуры пара на входе в регенеративные подогреватели высокого давления***.

Разработать функциональную и структурную схемы системы управления за контролируемым параметром, указав назначение всех элементов, входящих в схему; выбрать не менее 2-х элементов сбора или контроля за управляемыми параметрами и исполнительных органов из числа наиболее современных, провести их анализ и выбрать наиболее подходящий с точки зрения надежности, экономичности, быстродействия и т.п. (Датчики, контроллеры, исполнительные механизмы и т.п.). Обосновать свой выбор. Провести синтез регуляторов.

**РЕФЕРАТ**

Пояснительная записка: 45 с., ил. 7, библиогр. 6.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, СТРУКТУРНАЯ СХЕМА, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, РЕГУЛЯТОР, SCADA СИСТЕМА, РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ОТБОРЫ ТУРБИНЫ, ПОВЕРХНОСТНЫЕ ПОДОГРЕВАТЕЛИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ.

**Объект разработки** – интегрированная автоматизированная система управления.

**Цель работы**: разработать ИАСУ, выбрать компоненты всех уровней ИАСУ, применить SCADA систему, провести анализ и выбор современных средств контроля и обработки информации.

В процессе работы произведена разработка структурной схемы ИАСУ, описание ее компонентов. Выполнен анализ технологических процессов на нижнем уровне управления и выбраны современные средства контроля и обработки информации. Произведена сравнительная характеристика датчиков температуры. Синтезирован регулятор для ИАСУ на основе оптимизационных методов.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ИАСУ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СУЩЕСТВУЮЩИХ ИАСУ ТЭС

1.1 Структурная схема ИАСУ ТЭС

1.2 Обоснования необходимости модернизации

2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ИАСУ ТЭС

2.1 Назначение, функции ИАСУ

2.2 Описание компонентов структурной схемы ИАСУ ТЭС

2.3 Перспективы развития ИАСУ

3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ИАСУ ТЭС

3.1 Разработка структурная схема ИАСУ

3.2 Разработка функциональных узлов схемы ИАСУ

3.3 Функции и структура автоматизированной системы управления технологическими процессами по уровням

3.4 Функции и структура автоматизированной системы управления предприятием

4 ПРИМЕНЕНИЕ SCADA СИСТЕМЫ ДЛЯ ИАСУ

4.1 Выполняемые функции SCADA

4.2 Основные структурные компоненты ПО SCADA

4.3 Этапы разработки SCADA системы для ИАСУ ТЭС

4.4 Способы и средства обмена данными

5 АНАЛИЗ И ВЫБОР СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

5.1 Конструкции регенеративных подогревателей. Общие сведения

5.2 Анализ датчиков температуры пара и котроллеров

5.3 Необходимые характеристики контроллеров

5.4 Предлагаемая конфигурация ИАСУ

6. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ ПО СИНТЕЗУ РЕГУЛЯТОРОВ

6.1 Расчет погрешности измерения тепловой энергии по трубопроводу

6.2 Синтез регулятора методом последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЛИТЕРАТУРА

# ВВЕДЕНИЕ

Для увеличения качества вырабатываемой электроэнергии и снижения потерь при выработке энергии на ТЭС, создание и разработка АСУ ТЭС является наиболее приоритетным направлением. Создание интегрированных АСУ, которая предусматривает переход от первоначально разрабатываемых в отрасли локальных АСУ различного класса и назначения к интегрированным системам на всех уровнях управления с целью обеспечения совместимости функциональной, информационной, программно – технической и организационной основ интегрируемых АСУ.

# 1 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ИАСУ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СУЩЕСТВУЮЩИХ ИАСУ ТЭС

## 

## 1.1 Структурная схема ИАСУ ТЭС

Разработанная подробная структурная схема ИАСУ представлена на рисунке 1. На ней функциональными связями определяются направления основных информационных потоков, необходимых для выполнения типовых управляющих и информационных функций АСУ. Объем и интенсивность информационного обмена между компонентами ИАСУ ТЭС устанавливаются в рамках конкретного технического задания на АСУТП и АСУП, разрабатываемого заказчиком применительно к особенностям станции с учетом этапности внедрения компонентов ИАСУ и ее открытости.

Согласно функциональной типовой структуре ИАСУ ТЭС содержит четыре основных уровня управления:

* общестанционный уровень;
* уровень локальных АСУ;
* АСУТП энергоблоков, общестанционных технологических установок, РУ высокого напряжения;
* АСУ управленческих и структурных производственных подразделений.

Локальные АСУТП создаются для управления комплексами технологически специализированного оборудования ТЭС независимо от наличия или отсутствия на этих комплексах индивидуальных щитов оперативного управления.

Локальные АСУ имеют свою иерархию управления по их назначению.

Технической основой ИАСУ ТЭС является программно-технический комплекс (ПТК), реализованный на базе промышленных микропроцессорных устройств с использованием минимально возможного числа типов и конструктивов оборудования и обеспечивающий взаимодействие с телекомплексами связи с ИОАСУ-Энергия, ИАСУ «Теплосеть» и зарубежными информационными сетями.

Методической основой разрабатываемой ИАСУ ТЭС являются положения, концепции создания и развития ИОАСУ-Энергия, отраслевых и межотраслевых нормативных документов единой системы стандартов АСУ и материалов межотраслевой программы «Развитие и применение открытых систем».

**ИАСУ «Теплосеть»**

В полном объеме ИАСУ «Теплосеть» представляет собой интегрированную многоуровневую систему, сочетающую функции диспетчерского, технологического, производственно-технологического и организационно-экономического управления, включая коммерческий учет энергии, и обеспечивающую совместное функционирование всех автоматизированных систем управления предприятий централизованного теплоснабжения.

ИАСУ «Теплосеть» создаётся на базе функционирующих и вновь создаваемых локальных АСУ предприятий как интегрированная автоматизированная система управления единым производственно-техническим комплексом.

Наибольший экономический эффект интегрирования АСУ даёт в крупных системах централизованного теплоснабжения, вопросы создания которых и рассматривается в данной работе, как включающей все составляющие элементы ИАСУ.

ИАСУ «Теплосеть» является составной частью ИАСУ.

## 

## 1.2 Обоснования необходимости модернизации

При анализе существующих аналогов выяснилось, что в них присутствует ряд недостатков, устранение которых и вызывает разработку новых ИАСУ ТЭС.

Изменяющиеся требования к диспетчерскому управлению процессов в сторону усовершенствования автоматизации процессов на ТЭС.

Корпоративная политика ведения производства требуют использование территориально распределенных АСУ. (Территориально распределенная корпорация ТГК-6, г. Пенза).

Применение WEB технологий актуально, в условиях динамично изменяющей экономической ситуации в стране.

Интегрирование с метео информационными сетями в части получения метеоданных и с последующей корректировкой параметров локальных АСУ.

Применения ERP и Smart технологий.

Первичные преобразователи ИАСУ морально устаревают, принимаемые приборы необходимо заменять на более новые современные.

Применение новых датчиков и микроэлектронной базы влечет за собой использование новых типов интерфейсов и сетевых протоколов. Рекомендовано при разработке каналов связи использование сетей Ethernet 10/100/1000 МБ/с протоколом IEEE.

# 2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ИАСУ ТЭС

## 

## 2.1 Назначение, функции ИАСУ

ИАСУ ТЭС выполняет управляющие, информационные и вспомогательные (сервисные) функции.

Состав управляющих и информационных функций для АСУТП и АСУП специфичен, а вспомогательные функции для обеих систем имеют общий характер. Вспомогательные функции обеспечивают:

* метрологический контроль, аттестацию, тестирование и самодиагностику устройств ПТК;
* резервирование технических средств;
* ведение нормативно-справочной информационной базы.

## 

## 2.2 Описание компонентов структурной схемы ИАСУ ТЭС

**АСУТП ТЭС** в составе ИАСУ ТЭС — человеко-машинная многоуровневая иерархическая функционально и территориально распределенная открытая система реального времени.

**АСУТП ТЭС** на обоих основных уровнях управления: общестанционном и уровне локальных АСУТП выполняет управляющие, информационные и вспомогательные функции.

Управление технологическим процессом (ТП) – информационный процесс, обеспечивающий выполнение материального процесса и достижение им определенных целей. Технологическим процессом управляют люди, именно они воздействуют на технические средства. Управление ТП включает управление процессами, происходящими на уровне средств труда, предметов труда, и управление их движением. Оно включает комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение эффективности производства в соответствии с выбранным критерием оптимальности при заданных технологических, экономических и других производственных ограничениях. Комплекс мероприятий состоит из сбора, обработки и анализа информации о технологическом процессе и осуществления на основе этой информации контроля и регулирования ТП с помощью средств автоматизации и методов организации, управления производством с использованием вычислительной техники.

**АСУП -** является одним из основных компонентов ИАСУ.

**АСУП** **ТЭС** в составе ИАСУ ТЭС — человеко-машинная многоуровневая иерархическая функционально и территориально распределенная открытая система. Управление производством (П) – это информационный процесс, обеспечивающий выполнение материального или информационного процесса и достижение им определенных целей. Управление производством включает координацию деятельности всего персонала, управление движением всех элементов производства, управление процессами, происходящими на уровне персонала. Управление производством распространяется на все фазы его существования – создание, функционирование, совершенствование, ликвидацию.

**АСУП** **ТЭС** на обоих основных уровнях управлении — общестанционном и уровне локальных АСУ структурных подразделений — выполняет управляющие, информационные и вспомогательные функции.

Важной составной частью интегрированной системы управления предприятием является АСУП, которая призвана решать задачи текущего, перспективного, календарного планирования, оперативного управления производством, вести учет и контроль людских, сырьевых и материальных ресурсов, обеспечивать оперативной информацией о состоянии производства административный персонал. В соответствии с календарным планом, составленным АСУП функционирует гибкое автоматизированное производство, которое решает задачи материального и организационного взаимодействия цехов, технологических линий, установок, участков.

**АСДТУ** (Автоматизированные системы диспетчерского и технического управления).

**АСДТУ**-Это автоматизированные системы диспетчерского и технологического управления предназначены для решения задач контроля и управления режимами функционирования энергетического оборудования одного или нескольких энергообьектов (энергосистемы).

Основные функции **АСДТУ:**

* сбор оперативных данных с различных технологических систем;
* обработка, анализ и архивирование полученной информации;
* предоставление пользователям информации для контроля и управления энергообьектами;
* формирование отчетной информации.

**АСДУ** (Автоматизированные системы диспетчерского управления).

**АСДУ**-Это система управления технологическим процессом, предназначена для контроля и управления режимами работы оборудования объекта автоматизации.

# 3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ИАСУ ТЭС

## 

## 3.1 Разработка структурная схема ИАСУ

Структуру ИАСУ можно спроектировать следующим образом: на вход управляющего вычислительного комплекса (УВК) от датчиков поступает информация о текущих значениях переменных, характеризующих ход технологического процесса. В УВК эта информация обрабатывается и в соответствии с принятым законом (алгоритмом) управления определяются управляющие воздействия, которые должны быть приложены к исполнительным механизмам для изменения управляемых переменных, чтобы технологический управляемый процесс протекал оптимальным образом.

Важной особенностью АСУ ТП является ее работа в режиме реального времени, заключающаяся в нахождении оптимальных управлений за вполне определенный отрезок времени, обусловленный динамическими свойствами технологического объекта управления. Информация, поступающая извне, либо обрабатывается непосредственно в момент поступления, либо фиксируется и поступает на обработку в соответствии с приоритетом, причем для каждой задачи устанавливается промежуток времени, в течение которого обработка информации должна быть обязательно выполнена. Все это предопределяет использование в АСУ ТП "быстрых" методов решения оптимизационных задач, но которые, как правило, ведут к снижению точности оптимальных управлений и требуют проведения оператором их дополнительного анализа.

Функциональной особенностью построения данной ИАСУ является необходимость использования оптимального управления. В АСУТП она обеспечивается путем периодического решения некоторых формализованных оптимизационных задач на экстремум заданного критерия качества. Используемые при этом математические модели объекта управления могут неадекватно описывать поведение последнего, что приводит к погрешностям определения критерия и оптимальных управлений. Снизить вероятность реализации неточных управляющих воздействий позволяет анализ, проводимый оператором результатов решения оптимизационных задач.

## 

## 3.2 Разработка функциональных узлов схемы ИАСУ

Перед рассмотрением реализации связи с устройствами ввода/вывода в SCADA - системах InTouch и Citect предлагается общий взгляд на организацию коммуникационного ПО в системах управления (Рисунок 3).

Коммуникационное программное обеспечение является многоуровневым. Количество уровней зависит от используемой операционной системы. Так, Applicom предлагает поддержку для следующих ОС: MS-DOS, UNIX SCO, HP-UX V10, MS Windows 98, Windows 2000/XP, Windows Server 2003 на Intel и Alpha-платформах. Для Windows-платформ ПО включает следующие типы:

* статическая библиотека, используемая с традиционными языками программирования, такими как C, C++, Pascal;
* DLL (динамическая библиотека), применяемая со всеми Windows языками программирования (Visual Basic, Visual C/C++, Borland C/C++, Delphi, LabWindows CVI, LabView);
* DDE-сервер (имеет 16 и 32 битные реализации);
* пакетные реализации DDE протокола - FastDDE для продуктов линии Wonderware и AdvancedDDE для Rockwell линии;
* SuiteLink сервер, реализующий механизм обмена по SuiteLink протоколу, используемому компонентами пакета FactorySuite (Wonderware);
* OPC-сервер, поддерживающий интерфейс, определенный OPC- спецификацией.
* Для организации взаимодействия с контроллерами могут быть использованы следующие аппаратные средства:
* COM - порты. В этом случае контроллер или объединенные сетью контроллеры подключаются по протоколам RS-232, RS-422, RS-485.
* Сетевые платы. Использование такой аппаратной поддержки возможно, если соответствующие контроллеры снабжены интерфейсным выходом на Ethernet.
* Вставные платы. В этом случае протокол взаимодействия определяется платой и может быть уникальным. В настоящее время предлагаются реализации в стандартах ISA, PCI, CompactPCI.

Прикладные протоколы, используемые для организации взаимодействия с контроллерами, оставлены за границей этой книги.

## 

## 3.3 Функции и структура автоматизированной системы управления технологическими процессами по уровням

Автоматизированные системы управления технологическими процессами представляют собой человеко-машинные системы управления, обеспечивающие сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с критерием качества функционирования, и реализацию управляющих воздействий на технологический объект, оператор при этом выполняет только анализ полученных управлений и их реализацию.

Объектом управления в АСУТП является технологическое оборудование, агрегаты, установки, отдельные производства – участки, цеха. Основные потоки информации характеризуются:

* выходные переменные, например, по которым определяется качество готовых изделий и продуктов или определяется экономичность, производительность и др.;
* управляемые переменные, которые изменяются соответствующими исполнительными механизмами и т.п.;
* не измеряемые и неуправляемые переменные, к которым относятся характеристики сырья, отказ оборудования, износ инструмента и др.

Все функции АСУ ТП подразделяются на ***информационные*,** ***управляющие***и ***вспомогательные***.

Содержанием ***информационных функций***является сбор, обработка и представление информации для последующей обработки. Таким образом, к информационным функциям относят централизованный контроль и измерение технологических переменных, косвенное измерение, вычисление параметров процесса, формирование и выдача текущих и обобщающих технологических и экономических показателей оперативному персоналу, подготовка и передача информации в смежные системы управления, оценка и проверка состояния оборудования.

***Управляющими функциями***АСУ ТП являются: регулирование технологических переменных, логическое управление операциями или аппаратами, программное логическое управление группой оборудования, оптимальное управление установившимися или переходными режимами, а также отдельными стадиями процесса, адаптивное управление объектом в целом и др.

***Вспомогательные функции***АСУ ТП заключаются в обеспечении контроля за состоянием функционирования технических и программных средств.

АСУ ТП как компонент ИАСУ предназначен для целенаправленного ведения технологических процессов и обеспечения смежных и вышестоящих систем управления оперативной и достоверной технико-экономической информацией.

В качестве средств автоматизации большинства технологических процессов используют ***программно-технические комплексы (ПТК)***, представляющие собой совокупность микропроцессорных средств автоматизации, дисплейных пультов оператора, серверов различного назначения, промышленных сетей, которые связывают компоненты АСУ ТП, а также программного обеспечения контроллеров и дисплейных пультов оператора.

Для всех ПТК характерным является наличие таких функциональных элементов как промышленные сети; программируемые логические контроллеры или котроллеры на базе РС, интеллектуальные устройства связи с объектом; рабочие станции и серверы различного назначения; прикладное программное обеспечение.

Структура ПТК определяется сетевыми возможностями (контроллеры, пульты операторов, удаленность блоков ввода-вывода), гибкость и разнообразие зависит от числа имеющихся сетевых уровней, возможных технологий на каждом уровне сети (шина, звезда, кольцо), параметров сети каждого уровня (типы кабелей, допустимые расстояния, максимальное количество узлов, скорость передачи информации, методы доступа компонентов к сети).

Наиболее простой является структура ПТК, в которой все функциональные возможности системы разделены на два уровня: первый – контроллеры, второй – пульт оператора (рабочая станция или промышленный компьютер).

Контроллеры (К) выполняют сбор информации от датчиков, установленных на объекте управления, проводят предварительную обработку сигналов (масштабирование, фильтрацию), реализацию алгоритмов управления и формирование управляющих сигналов на исполнительные механизмы объекта управления; передачу и прием информации из промышленной сети.

Пульт оператора (ПУ) формирует сетевые запросы к контроллерам нижнего уровня, получает от них оперативную информацию о ходе технологического процесса, отображает на экране монитора ход технологического процесса в удобном для оператора виде, осуществляет долговременное хранение динамической информации о ходе процесса (архив), производит коррекцию необходимых параметров алгоритмов управления и уставок регуляторов в контроллерах нижнего уровня.

**Конфигурация ИАСУ**

Значительная удаленность узлов учета друг от друга и от диспетчерского пункта и наличие источников сильных электромагнитных помех накладывает ограничение на конфигурацию информационной сети и типы используемых контроллеров. В этом случае наиболее целесообразной является организация сети представленная на рисунке 4.

Требования к программе обслуживания сети контроллеров. Ввиду значительной удаленности некоторых подающих трубопроводов от соответствующих им обратных, и, вследствие этого, обслуживания соответствующих трубопроводов разными контроллерами, расчет разности “(тепловая энергия по подающему трубопроводу) – (тепловая энергия по обратному трубопроводу)” должен производиться программой персонального компьютера диспетчерского пункта.

Это подразумевает то, что стандартная программа поставщика контроллеров должна поддерживать работу по сети и обеспечить выполнение элементарных арифметических операций с вычисленными контроллерами значениями.

Это также позволит, в случае отсутствия возможности произвести контроллером соответствующие арифметические операции (количество подающих или обратных трубопроводов в одном контуре более одного), предоставлять информацию в наиболее наглядном виде.

## 

## 3.4 Функции и структура автоматизированной системы управления предприятием

Одной из основных компонент интегрированных автоматизированных систем управления являются автоматизированные системы управления предприятием (АСУП).

Промышленное предприятие представляет собой сложную динамическую систему. Внедрение на предприятиях новейших достижений науки и техники значительно расширяет масштабы производства, оно усложняется и укрупняется, в нем происходит глубокая дифференциация и специализация.

На предприятиях концентрируются огромные материальные и финансовые ресурсы, расширяются и углубляются производственные связи, требуется непрерывное совершенствование организации и управления производством. В огромной степени увеличивается объем используемой для управления информации, возникает необходимость сокращения сроков ее переработки и использования, повышаются требования к планированию производства, к принимаемым решениям по управлению, которые должны быть научно обоснованными, современными и точными.

Целью научного управления предприятием является обеспечение такого руководства развитием производства предприятия, при котором достигается наилучшее выполнение задач общества с точки зрения удовлетворения его потребностей и характера использования ресурсов. Реализация процессов управления осуществляется в результате разработки, внедрения, непрерывного развития и совершенствования системы управления предприятием.

***Автоматизированная система управления предприятием***представляет собой систему управления, основанную на применении вычислительной техники и экономико-математических методов для решения основных задач управления производственной деятельностью предприятия.

Эффективное управление современным предприятием представляет собой довольно нетривиальную задачу, учитывая многообразие используемых ресурсов и высокую скорость изменения операционного окружения.

Необходимым условием эффективного построения систем управления производством является соответствие функций системы управления функциям производственной системы, так как система управления существует не сама по себе, не для себя, а для эффективного функционирования производственной системы.

Функции – это интегрированный результат функционирования составляющих предприятия производственной системы и системы управления. В свою очередь, и производственная система, и система управления выполняют функции, которые являются интегрированным результатом осуществления функций составляющих их подсистем. А каждая подсистема производственной системы или системы управления выполняет функции, являющиеся интегрированным результатом функционирования образующих ее элементов. Таким образом, производственная функция – это результат проявления свойств, функционирование всех подсистем и элементов производственной системы, направленной на изготовление готовой продукции. Функция управления – интегрированный результат проявления свойств, функционирования всех подсистем и элементов системы управления, направленный на выработку управленческого решения.

Система управления *производством* включает подсистему общего линейного руководства, целевые, основные и вспомогательные подсистемы.

***Подсистема общего линейного руководства***обеспечивает управление производством посредством выполнения конкретных функций на основе реализации принципов единоначалия в управлении и координации деятельности целевых, основных и вспомогательных подсистем управления на каждом уровне управления.

***Основные подсистемы управления***обеспечивают выполнение конкретных функций управления для достижения всех основных целей деятельности предприятия.

***Вспомогательные подсистемы управления***осуществляют конкретные функции управления, направленные на обеспечение обслуживания выполнения конкретных функций подсистемы общего линейного руководства, основных и целевых подсистем для достижения всех основных целей деятельности предприятия.

При функционировании всех подсистем управления выполняются общие функции управленческого цикла: планирование, организация, координация и регулирование, активизация и стимулирование, контроль, учет, анализ.

В общем случае в состав ***ПТК АСУП*** в виде пользовательских и инструментальных станции, вычислительных микро-ЭВМ, систем передачи данных, периферийного оборудования и пр. входят технические средства:

* представления информации и общения пользователя с ПТК;
* информационно-вычислительной системы;
* создания и ведения информационной базы и архива;
* инструментальной системы для создания, контроля и подстройки  
  прикладных программ АСУП и технической эксплуатации ПТК;
* сетевого обмена информацией:

- межсистемного (общестанционный уровень АСУП локальные АСУ подразделений, общестанционный уровень АСУТП, разрабатываемой вновь ИАСУ, международные информационные сети);

- внутри локальных АСУ структурных подразделений.

В зависимости от сложности конкретного объекта управления АСУП ТЭС, определяемого техническим заданием, общестанционный уровень и уровень локальных АСУ структурных подразделений могут реализовываться с помощью общих или различных технических средств с использованием соответственно архитектуры одноранговой или «клиент-сервер»

**Отличие АСУ ТП от АСУ П** состоит в функциях управления, связанных с непрерывностью технологических процессов во времени и прекращением процесса выработки продукции при непоступлении сырья в промышленные установки. В связи с этим основная исходная информация в АСУ ТП поступает в виде непрерывных сигналов от первичных измерительных преобразователей (датчиков) физических величин, расположенных на объекте, в то время как в АСУП наряду с укрупненными и усредненными показателями технологического процесса основной исходной информацией служит документ. В результате управление технологическим процессом в АСУ ТП может осуществляться без участия человека с помощью локальных (местных) АСР или через специально выделенный контур управления с ЭВМ, в то время как в АСУ производством или предприятием в контур управления непременно включается лицо, принимающее решение (ЛПР).

# 4 ПРИМЕНЕНИЕ SCADA СИСТЕМ ДЛЯ ИАСУ

## 

## 4.1 Выполняемые функции SCADA

SCADA обеспечивает выполнение информационных и управляющих функций АСУ ТП, таких как:

* Контроль технологических параметров
* Обнаружение, сигнализация и регистрация отклонений параметров от установленных границ
* Управление регуляторами и дискретными исполнительными механизмами непосредственно с персонального компьютера
* Выполнение функций автоматического регулирования и дистанционного управления.
* Блокировки и защиты
* Контроль и регистрация срабатывания блокировок и защит
* Ручной ввод данных
* Архивирование предыстории параметров
* Формирование и выдача данных персоналу
* Формирование и печать печатных документов
* Выполнение вычислительных задач
* Самодиагностика технических и программных средств
* Оперативная настройка
* Конфигурация программного обеспечения
* Передача данных в другие системы
* Прием данных из других систем.

Применяемая SCADA система, такая, что не ограничивают выбора аппаратуры нижнего уровня (контроллеров), так как предоставляют большой набор драйверов или серверов ввода/вывода и имеют хорошо развитые средства создания собственных программных модулей или драйверов новых устройств нижнего уровня, что дает большие возможности для разработчика ИАСУ в части выбора технических средств автоматизации.

## 

## 4.2 Основные структурные компоненты ПО SCADA

Основные структурные компоненты ПО SCADA КРУГ-2000 показаны на рисунке 5.

Главными функциями Среды разработки являются следующие:

* Конфигурирование создаваемой системы
* Создание и верификация базы данных реального времени
* Разработка графического интерфейса Пользователя (графической БД)
* Программирование и отладка программ Пользователя
* Выбор и настройка алгоритмов управления
* Имитация работы созданной системы контроля и управления.
* Главные компоненты среды разработки:
* Генератор базы данных (ГБД)
* Генератор динамики (ГД)
* Интегрированная среда разработки программ Пользователя КРУГОЛ.

**Генератор базы данных**

Окно генератора базы данных с среде SCADA КРУГ-2000 представлен на рисунке 6.

**а**) Генератор базы данных (в дальнейшем по тексту генератор) предназначен для создания и внесения изменений в базу данных систем реального времени при построении АСУ ТП на базе SCADA КРУГ-2000 (в дальнейшем по тексту Системы КРУГ-2000).

**б)**К основным функциям генератора относятся:

* Описание всех типов переменных, используемых и участвующих в Вашей АСУ ТП.
* Описание параметров самописцев и их перьев.
* Описание списков переменных для связи с другими системами через Файл-обмен™.
* Описание типов устройств связи с объектом (УСО) и конфигурации каналов связи с УСО.
* Описание абонентов, входящих в программно-технический комплекс, построенный на базе Системы КРУГ-2000 (далее по тексту ПТК).
* Описание адаптеров связи абонентов ПТК.
* Создание и редактирование словарей единиц измерений, логических состояний.
* Создание индивидуальных таблиц линеаризации по параметрам.
* Создание таблиц линеаризации для УСО.
* Конфигурация функций печати, принтеров и печатных документов.
* Администрирование функций доступа персонала к системе.
* Подключение к системе реального времени программ пользователя, написанных на языке технологического программирования «КРУГОЛ».
* Настройка форм отображения паспортов переменных для системы реального времени.
* Описание параметров коррекции системного времени абонентов ПТК и переходов «Зима-Лето».
* Описание параметров функции архивирования данных.
* Верификация созданной базы данных.
* Документирование результатов генерации базы данных.
* Сервисные функции по работе с базой данных.
* Загрузка, конвертирование, сохранение и восстановление базы данных, в том числе из базы данных Системы КРУГ-2000 (версии для DOS).

**в)**С помощью Генератора базы данных – для изменения параметров базы данных, которые не могут быть выполнены непосредственно в системе реального времени.

Работа с элементами базы данных с помощью мыши выполняется согласно правилам, принятым в Microsoft Access.

**Генератор динамики**

Назначение Генератора динамики – это создание объектно-ориентированного графического интерфейса Пользователя и генерация отчетов.

Объекты Генератора динамики:

* Мнемосхемы (графические примитивы, виртуальные приборы, тренды, анимация и другие объекты)
* Рабочие столы
* Переходы
* Библиотеки изображений и шаблонов.
* Язык сценариев (на базе VBScript) предоставляет Пользователю новые возможности разработки графического интерфейса:
* Автоматизация работы операторов:
* Создание интеллектуальных тренажеров и обучающих проектов
* Анимация графических объектов мнемосхем.

## 

## 4.3 Этапы разработки SCADA системы для ИАСУ ТЭС

**Этап №1. Генерация словарей системы**

На данном этапе выполняются действия по созданию и редактированию словарей системы, данные из которых используются при генерации баз данных по типам переменных. В системе имеются следующие типы словарей:

* Словарь единиц измерений для аналоговых переменных,
* Словарь логических состояний для дискретных переменных.

**Этап №2. Конфигурация системы**

На данном этапе выполняются действия по описанию конфигурации системы, к которым относятся:

* Название системы,
* Описание параметров абонентов ПТК,
* Описание параметров адаптеров связи абонентов ПТК,
* Описание параметров каналов связи с УСО,

Данный пункт выполняется после описания переменных базы данных – после этапа №3.

**Этап №3. Описание переменных базы данных**

На данном этапе выполняются действия по описанию переменных базы данных всех типов.

**Этап №4. Генерация самописцев**

На данном этапе выполняются действия по конфигурации самописцев и описание переменных, входящих в каждый из самописцев.

**Этап №5. Конфигурация печатных документов**

На данном этапе выполняются действия по конфигурации функций абонентов печати и печатных документов, к которым относится:

* Описание принтеров и параметров печати,
* Описание параметров страниц, используемых при формировании печатных документов,
* Описание параметров протокола событий системы реального времени.

**Этап №6. Описание параметров резервирования и зеркализации**

На данном этапе выполняются действия по описанию параметров резервирования и зеркализации базы данных (заполняется в случае использования структур ПТК с резервированием серверов базы данных или при необходимости обмена данными между серверами отдельных абонентов верхнего уровня).

**Этап №7. Описание параметров коррекции времени**

На данном этапе выполняется описание параметров коррекции системного времени, списка корректируемых абонентов и параметров переходов «Зима-Лето»

**Этап №8. Конфигурация архивов**

На данном этапе выполняется описание параметров архивных накопителей (заполняется в случае применения в ПТК станции архивирования) и настройка путей к архивам печатных документов.

**Этап №9. Администрирование системы**

На данном этапе выполняются действия по администрированию системы, к которым относятся:

* Конфигурация групп пользователей,
* Конфигурация функций доступа к системе реального времени,
* Конфигурация прав доступа к спискам свойств переменных,
* Конфигурация перечня программ технологического языка КРУГОЛ, используемых при работе системы реального времени абонентами ПТК верхнего уровня,
* Конфигурация списка атрибутов для таблицы настройки переменных всех типов системы реального времени.

**Этап №10. Верификация системы**

На данном этапе выполняются действия по верификации созданной базы данных системы и документированию результатов верификации (выполняется при необходимости).

## 

## 4.4 Способы и средства обмена данными

SCADA КРУГ-2000 поддерживает следующие основные средства связи:

* Локальная вычислительная сеть (ЛВС) на базе 10/100/1000 Мбит/сек Ethernet. Эта сеть используется для связи между серверами, станциями и контроллерами
* Выделенные физические линии: RS-232, RS-485, специальные модемы
* Коммутируемые телефонные линии (модемы)
* Радиоканал (радиомодем)
* Промышленные сети: CAN, DeviceNet, OpenNet, Profibus и другие.

В качестве базового протокола сетевого взаимодействия используется протокол TCP/IP (UDP). При этом реализована программная «надстройка» (расширение) протокола UDP, которая обеспечивает возможность его применения в системах реального времени.

Таким образом, SCADA КРУГ-2000 обеспечивает практически детерминированный доступ к сети с гарантированным (задаваемым Пользователем) временем обмена данными.

В случае применения промышленных сетей, например на базе физического интерфейса RS-485, в SCADA КРУГ-2000 реализован как часто встречающийся протокол MODBUS (MODBUS RTU), так и ряд других промышленных протоколов.

# 5 АНАЛИЗ И ВЫБОР СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

На нижнем уровне автоматизированной системы для контроля температуры пара на входе в регенеративные подогреватели высокого давления используются:

* Контрольно-измерительные приборы, необходимые для контроля за ходом ТП на данном участке
* Исполнительные механизмы, необходимые для управления ТП на данном участке
* Преобразователи сигналов, обеспечивающие связь датчиков и исполнительных механизмов с программируемыми контроллерами (при необходимости)
* Контроллеры обеспечивают ввод, обработку и вывод всех сигналов датчиков и устройств системы
* Дублированная локальная вычислительная сеть (ЛВС) 10/100 Мбит/сек – 100% «горячее» резервирование.
* В системе среднего уровня АСУ ТП используются:
* Серверы оперативной (архивной) базы данных на базе персональных компьютеров или серверов в комплекте с цветными графическими мониторами, клавиатурами и промышленными манипуляторами типа "мышь"
* Дублированная локальная вычислительная сеть (ЛВС) 10/100 Мбит/сек – 100% «горячее» резервирование
* Станция инжиниринга на базе персонального компьютера в комплекте с цветным графическим монитором, клавиатурой и манипулятором типа "мышь". Обеспечивает сетевую загрузку и модификацию ПО контроллеров, а также позволяет осуществлять диагностику контроллера и его модулей в режиме on-line.
* В системе верхнего уровня АСУ ТП используются:
* Станции оператора на базе персональных компьютеров в комплекте с цветными графическими мониторами, функциональными клавиатурами и манипуляторами типа "мышь"
* Дублированная локальная вычислительная сеть (ЛВС) 10/100 Мбит/сек – 100% «горячее» резервирование
* Клиенты Web-Контроль обеспечивают мониторинг технологического процесса, используя стандартные программные средства Internet/Intranet (Web-браузер).

## 

## 5.1 Конструкции регенеративных подогревателей. Общие сведения

Поверхностные подогреватели высокого давления (ПВД) служат для подогрева питательной воды высокого давления паром из регенеративных отборов паровой турбины. Подогреватели снабжены автоматическим регулятором уровня конденсата и системой защиты, автоматически отключающей их по воде и пару в случае заполнения водой парового пространства. Регенеративный подогрев основного конденсата и питательной воды котлов осуществляется паром, отработавшим в турбине. греющий пар, совершив работу в турбине, конденсируется затем в подогревателях. выделенная этим паром теплота возвращается в котел, как бы регенерируется. газовые электростанции регенеративный подогрев воды (конденсата турбины) повышает кпд турбоустановки на 10—12%. и применяется на всех современных паротурбинных электростанциях.

Турбины выполняют с 7—9 регенеративными отборами пара и применяют соответствующее число последовательно включенных подогревателей (ступеней подогрева). повышение кпд турбоустановки электростанции обусловливается выработкой электроэнергии без потерь теплоты в конденсаторе турбины. газовые электростанции в теплофикационных турбинах отпуск теплоты внешнему потребителю позволяет в еще больших масштабах выработать электроэнергию без потерь теплоты в конденсаторе турбины, что приводит к росту кпд турбоустановки, но при этом термический кпд цикла снижается, тогда как при регенеративном подогреве растет существенным отличием регенеративных отборов пара от теплофикационных является ограниченность количества используемой отработавшей теплоты турбин в зависимости от возможного подогрева питательной воды, но на отработавшую теплоту регенеративных отборов топливо не расходуется. на отработавшую теплоту турбин для внешнего потребителя расходуется дополнительное количество топлива.

## 

## 5.2 Анализ датчиков температуры пара и котроллеров

Рекомендуемые датчики температуры. Трубопроводы большого диаметра накладывают ограничения на типы используемых датчиков температуры .

Современные датчики температуры имеют следующие характеристики.

Данные применяемы датчики в среде высокой температуры отличаются от ранее используемых многими характеристиками: так увеличен температурный диапазон измерения, таким образом, работа датчика возможно также при аварийных режимах с повышенной температурой на выходе из отборников турбины; увеличено время срабатывания датчика, время реакции ИАСУ соответственно уменьшилось, что в быстропротекающих технологических процессах довольно важно, для оптимальной ответной реакции система технологических защит и автоматических блокировок.

## 

## 5.3 Необходимые характеристики контроллеров

Необходимость учета теплоносителей двух видов: вода и пар, при использовании стандартной программы, предлагаемой поставщиком контроллеров, выдвигают требования к идентичности протоколов обмена контроллеров учета воды и пара, либо это должно осуществляться одним контроллером. Особенности условий размещения контроллеров предполагают возможность их работы при отрицательных температурах. Нужно также принимать во внимание характеристики программного обеспечения, предлагаемого поставщиками контроллеров (требования к нему указаны выше).

Для объекта автоматизации выбранного по номеру варианта возможно произвести выбор технических средств, контроллера, ЭВМ и ПО по следующей структурной схеме на рисунке 8:

В качестве возможных решений приведена условная классификация контроллеров и датчиков. Для данного объекта автоматизации рассмотрены основные виды датчиков скорости вращения и осевого сдвига ротора двигателя.

***Контроллеры на основе элементной базы общего применения***

Контроллеры различаются и по используемой элементной базе:

- контроллеры, интегрированные из элементной базы общего применения (в основе логические элементы);

- контроллеры, построенные на базе однокристальных микро-ЭВМ;

- контроллеры, использующие микропроцессорные наборы.

Некоторые производители от конверсионных предприятий, имея определенный наработанный опыт, предлагали программируемые устройства, собранные из элементной базы общего применения. Такие контроллеры не имели в своем составе математических блоков и поэтому не могли выполнять математических операций. Все программы, написанные для них, содержали только логические действия.

Программирование осуществлялось на специфичном машинно-ориентированном языке, на специально разработанных для этого средствах программирования. Объем памяти составлял 2 Кбайта.

Такие контроллеры способны выполнять простые, в основном линейные программы (простейшие автоматы с заданной последовательностью действий, игрушки, несложная бытовая техника и др.). Для решения задач энергетики они непригодны и в дальнейшем рассматриваться не будут.

***Контроллеры на основе микропроцессорных наборов***

*Контроллеры с памятью до 64 Кбайт*

Контроллеры с памятью до 64 Кбайт способны работать в полном объеме традиционных телемеханических функций, так как могут разместить многозадачную операционную систему реального времени со всей атрибутикой; программы, реализующие канальные протоколы обмена данными устройств телемеханики, и многие пользовательские программы.

Много памяти требуется для организации функций архивирования, хранения нормативной информации и визуализации.

*Контроллеры с памятью более 128 Кбайт*

Контроллеры с памятью более 128 Кбайт обычно имеют память, значительно превышающую 128 Кбайта (обычно 0,5 Мбайт и более). Такой скачок объясняется качественными изменениями в структуре адресации (адресуемое пространство выходит за пределы одного шестнадцатибитного слова).

Контроллеры этой группы способны выполнить любые задачи телемеханики, включая организацию микро-ОИК. Фактически это уже не контроллеры в привычном понимании, а, скорее, мини-ЭВМ (по объемам памяти, производительности процессоров, возможностям связи с УСО и др.).

Программирование таких контроллеров может осуществляться стандартными средствами открытых систем.

На рисунке 9 показана условная классификация промышленных контроллеров.

Сравнительные характеристики контроллеров по типам процессоров и объемам памяти приведены в базе в разделе «Контроллеры».

STK-2, STK-2M имеют характеристику NTC 12 kOm, остальные датчики - LG Ni 1000.

**Общие сведения**

**Регуляторы температуры** производства ОАО «Завод Этон» доставляются как в составе систем регулирования тепловой энергии, так могут поставляться и отдельно. В комплект поставки всех моделей регуляторов входят датчики температуры с гильзами.

Внедрение регуляторов в тепловых пунктах зданий и сооружений обеспечивает регулирование параметров теплоносителя в зависимости от введённой программы, температурный комфорт в помещениях, поддержание требуемой температуры горячей воды. Правильный подбор оборудования с учётом всех факторов позволит снизить теплопотребление на 10 – 45%.

Все модели регуляторов предусматривают введение различных температурных графиков в соответствии с параметрами теплоснабжающих организаций и требованиями тепловых сетей.

Регуляторы устанавливаются в индивидуальных и центральных тепловых пунктах жилых, общественных, производственных зданий, сооружений и др.

## 

## 5.4 Предлагаемая конфигурация ИАСУ

Анализируя вышеприведенные факты, можно предложить следующую конфигурацию системы: теплоэнергоконтроллер ТЭКОН-10, электромагнитного датчика расхода ЭРИС-ВЛТ, термопреобразователи ТСП, датчики давления с токовым выходом МЕТРАН и программа теледиспетчеризации.

В пользу этого выбора говорит следующее:

* отработанность программного обеспечения, в частности – сетевого;
* действующие системы с удаленным сбором и передачей данных на большие расстояния в г. Новосибирске;
* многочисленные положительные отзывы о работе комплекса “ТЭКОН-10 - ЭРИС” по городам Барнаул и Екатеринбург;
* действующие сети из четырех – пяти десятков контроллеров ТЭКОН-10;
* неприхотливость датчиков расхода ЭРИС-ВЛТ к состоянию внутренней поверхности трубопровода;
* возможность демонтажа датчиков ЭРИС-ВЛТ для проведения поверки, без остановки теплоносителя;
* НПФ “КРУГ” является региональным сервисным центром ИВП “КРЕЙТ” (изготовителя ТЭКОН-10), имеет обученных специалистов по монтажу, наладке, эксплуатации и ремонту приборов ТЭКОН-10, соответствующую приборную базу, четырехлетний опыт работы с контроллерами ТЭКОН-10.

# 6. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ ПО СИНТЕЗУ РЕГУЛЯТОРОВ

## 

## 6.1 Расчет погрешности измерения тепловой энергии по трубопроводу

Приведем пример расчета погрешности вычисления тепловой энергии на трубопроводе с теплоносителем – вода, Ду=1000мм.

Погрешность датчика расхода составляет 1,5% в диапазоне расходов 500 м3/ч – 12 500 м3/ч. Погрешность измерения температуры термопреобразователем ТСП составляет 0,3%. Погрешность вычисления тепловой энергии прибором ТЭКОН-10 по сигналам датчиков составляет 0,2 %.

В результате максимальная погрешность вычисления тепловой энергии будет составлять 2%.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В процессе выполнения курсовой работы произведена разработка структурной схемы ИАСУ, описание ее компонентов. Выполнен анализ технологических процессов на нижнем уровне управления, выбор регуляторов и датчиков для контроля температуры пара на входе в регенеративные подогреватели высокого давления. Проведена разработка основных этапов построения SCADA системы для АСУ ТЭС. Проведен синтез регуляторов на основе оптимизационных методов.

Проведен синтез регуляторов САУ для контроля температуры пара на входе в регенеративные подогреватели высокого давления.

# ЛИТЕРАТУРА

1.Интегрированные системы проектирования и управления, структура и состав/Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартеньянов, А.Г. Схиртладзе – М: Машиностроение, 2000.

2.Синтез регуляторов и теория оптимизации САУ/под ред. Пупкова, т.2 – М: МФТИ, 2000.

3.Автоматические системы управления объектами тепловых электростанций/Г.П. Политнев – М: Энергоиздат, 1995.

4.Введение в КРУГ-2000/ руководство пользователя, 1-ое издание, 2-ая редакция – Пенза: НПФ «КРУГ»

5.Техническое предложение на установку приборов учета энергоресурсов. Объект: ТЭЦ /

6.Интернет-ресурс сайта http://www.nsk.su/~sibpc/letters/letters1.html