

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт металлургии, машиностроения и транспорта
Кафедра «Технологические процессы и оборудование автоматизированных
машиностроительных производств»

Допускаю к защите

И.о.зав.кафедрой

_____ А.В.Приемышев

«_____» _____ 2015 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема: Организации системы сбора данных и аналитики процессов
энергетической установки котельной

Направление: 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и
производств»

Профиль: 15.03.04_01 «Автоматизация технологических процессов и
производств»

Выполнил студент

группы 43329/1

Руководитель

к.т.н., доцент

Рецензент

ст. инженер ООО «Мэйнтекс»

К.В. Журов

А.Ю. Розов

Н.С.Шмырев

Санкт-Петербург

2015г.

Содержание

СПИСОК ТЕРМИНОВ

СПИСОК АББРЕВИАТУР

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.

- 1.1 Автоматизированная система управления технологическим процессом
- 1.2 Системы контроля и управления. SCADA
- 1.3 Системная платформа Wonderware
- 1.4 Платформа данных SQL Server 2005

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АСУ ТП.

- 2.1 Исходные данные, используемые при проектировании технического обеспечения.
- 2.2 Структура комплекса технических средств.
- 2.3 Функционирование технических средств верхнего уровня
- АСУ ТП в пусковом, нормальном и аварийном режимах.
- 2.4 Аппаратура передачи данных.
- 2.5 Блок сопряжения котельной.
- 2.6 Математическое обеспечение и описание алгоритмов контроля.
- 2.7 Описание процедуры.

ГЛАВА 3. Применение MES-систем

для управления технологическим процессом котельной

- 3.1 Стандарты MES-систем
- 3.2 Функции MES-систем
- 3.3 Положения работы MES
- 3.4 Отличия MES систем от ERP
- 3.5 Взаимодействие MES с другими системами

- 3.6 Основное отличие MES от других систем
- 3.7 Повышение качества требует внедрения MES
- 3.8 Результаты внедрения MES
- 3.9 MES-система Wonderware
- 3.10 Оперативное получение информации
- 3.11 Повышение эффективности производства
- 3.12 Контроль качества
- 3.13 Хранение данных

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ

Введение

За последнее десятилетие экономика России претерпела существенные изменения во всех сферах. Цены на топливные ресурсы приблизились к мировым, а оборудование котельных морально и физически изношено. Особенно это касается систем автоматики котлоагрегатов. Они представлены в минимальном объёме, либо отсутствует вовсе. Процессы горения регулируются плохо или не регулируются вообще, поэтому топливо сжигается неэффективно. Это наносит экономический ущерб предприятиям - потребителям, которые вынуждены платить за неоправданно дорогое тепло и электроэнергию.

С введением в нашей стране Федерального закона РФ "Об энергосбережении" №28-ФЗ от 03.04.96, стали шире внедрять Автоматизированные Системы Управления Технологическими Процессами (АСУ ТП) котельных и энергоёмких производств, что позволило эффективно использовать топливно-энергетические ресурсы. Это невозможно осуществить без современных АСУ ТП.

Современные системы управления характеризуются территориальной и функциональной распределенностью устройств сбора данных и управления. Контроль хода технологического процесса и управление низовой автоматикой осуществляется оператором с автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) или операторской станции, состоящей, как правило, из цветного графического дисплея с клавиатурой, установленных в операторском помещении. При необходимости установки АРМ-оператора в цеху используются промышленные рабочие станции со встроенной клавиатурой или выполненной в пыли - влагозащищенном исполнении.

Представление данных в реальном масштабе времени о ходе технологического процесса, визуализация процесса в виде мнемосхем, составление отчетов и графиков, сигнализация отклонений параметров и другие необходимые функции осуществляются с помощью специального программного обеспечения SCADA-систем. SCADA-система (Supervisory

Control And Data Acquisition – система сбора данных и оперативного диспетчерского управления) разрабатывалась, как универсальное многофункциональное программное обеспечение систем верхнего уровня, позволяющее оперативному персоналу наиболее эффективно управлять технологическим процессом. По мере развития программных и аппаратных средств наблюдается применение SCADA-систем на нижнем, контроллерном, уровне.

СПИСОК ТЕРМИНОВ

Автоматизация - процесс, при котором функции контроля и управления осуществляются устройствами сбора, обработки, управления, диспетчеризации, отображения и архивирования информации

Автоматизированная система – комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия.

Диспетчерское управление — это вид оперативного подчинения, когда операции с тем или иным оборудованием ЭЭС проводятся только по распоряжению диспетчера (старшего дежурного персонала), в управлении которого это оборудование находится.

Контроллер - устройство на основе микропроцессора, служащее для управления технологическими процессами на производстве или для решения других технологических задач АСУ ТП.

Платформа данных SQL Server 2005 - комплексная платформа баз данных, обеспечивающая управление данными в масштабе предприятия и оснащённая интегрированными средствами управления интеллектуальными ресурсами предприятия

Системная платформа Wonderware – операционная система для промышленных приложений, обеспечивающая конфигурацию, развертывание, связь, безопасность, доступ к данным и другие услуги.

InTouch View - Это SCADA система компании Wonderware, позволяющая визуализировать оператору информацию о состоянии установки

Протокол Modbus — открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий-ведомый (master-slave)

Протокол SuiteLink - протокол для поддержания быстродействующих промышленных систем

СПИСОК АББРЕВИАТУР

АСУ ТП - Автоматизированная система управления технологическим процессом

SCADA - (Supervisory Control and Data Acquisition) Система диспетчерского управления.

ПЛК, PLC – (Programmable Logic Controller) Программируемые логические контроллеры

PCУ, DCS – (Distributed Control System) Распределенные системы управления
HMI/MMI, ЧМИ (human/man-machine interface) - человеко-машинный интерфейс

ПТК АСУ ТП ЦДП - Программно-технический комплекс АСУ ТП группы автоматизированных котельных центрального диспетчерского пункта

ПТК СА - Программно-технический комплекс системы автоматизации

АРМ - Автоматизированные рабочие места

СПД - Системы передачи данных

ПТК УСПД - Программно-технический комплекс узла системы передачи данных котельной

АСКЗУ - Автоматизированная система контроля, защиты, управления

АСТКУЭ - Автоматизированной системы технологического контроля и учета энергоресурсов

ИБП - Источник бесперебойного питания

ЛВС - Локальная вычислительная сеть

VPN - Виртуальная частная сеть

DSL технология (англ. Digital Subscriber Line)- Цифровая абонентская линия

MES - Система управления производством

SSM - Система управления сбытом и обслуживанием

SCM - Система управления цепочкой поставок

ERP - Система планирования ресурсов производства

P/PE - Система проектирование производственных процессов и ой линии

Industrial (АСУ ТП) - PLC, распределенные системы управления, средства автоматизации;

Enterprise-Control System Integration - Интеграция систем управления предприятием и технологическим процессом

Batch Control - Управление периодическим производством

OAG (Open Applications Group) - Сообщество Открытых Приложений

SCOR(Supply-Chain Operations Reference)- Модель процессов цепочки поставок

RAS - Контроль состояния и распределение ресурсов

ODS - Оперативное/Детальное планирование

DPU - Диспетчеризация производства

DOC - Управление документами

DCA - Сбор и хранение данных

LM - Управление персоналом

QM - Управление качеством продукции

PM - Управление производственными процессами

MM - Управление техобслуживанием и ремонтом

PTG - Отслеживание истории продукта

PA - Анализ производительности

CAD/CAM (САПР) - Система автоматизированного проектирования

OEE - Общей Эффективности Оборудования

KPI - Ключевого Индикатора Производительности

ГЛАВА 1. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.

1.1 Автоматизированная система управления технологическим процессом

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) - комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершенный продукт.

Все автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) можно условно классифицировать следующим образом:

- Системы диспетчерского управления (SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition).

Другие определения подобных АСУ ТП - "система телемеханики", "система телеметрии". Основное назначение систем данного класса – мониторинг и управление объектами с участием диспетчера. Система диспетчерского управления в настоящее время является основным и наиболее надежным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами. Именно на принципах диспетчерского управления строятся крупные автоматизированные системы в промышленности и энергетике, на транспорте, в различных государственных структурах. Система диспетчерского управления позволяет производить сбор информации в реальном времени с удаленных объектов для обработки, анализа, а также управления удаленными процессами на объектах.

- Программируемые логические контроллеры (PLC - Programmable Logic Controller).

ПЛК - это аппаратный модуль, реализующий алгоритм автоматизированного управления. Работа АСУ ТП данного класса заключается в сборе и обработке данных, получаемых с датчиков устройств, с последующей выдачей управляющих сигналов на исполнительные устройства. Подобные

автоматизированные системы имеют широкое применение в промышленности: автоматические фасовочные линии, системы вентиляции и обогрева, системы безопасности и сигнализации и прочее.

– Распределенные системы управления (DCS - Distributed Control System).

PCY (DCS) - наиболее комплексный класс АСУ ТП. PCY, как правило, применяются для управления непрерывными технологическими процессами (хотя, строго говоря, сфера применения PCY только этим не ограничена). К непрерывным процессам можно отнести те, которые должны проходить днями и ночами, месяцами и даже годами, при этом остановка процесса, даже кратковременная, недопустима, иначе произойдет порча изготавливаемой продукции, поломка технологического оборудования и даже несчастный случай.

Основные компетенции автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП):

– системы диспетчерского управления (водоснабжение, газоснабжение);
– распределенные системы управления (теплоэнергетика, электроэнергетика).

АСУ ТП в необходимых объемах автоматизировано выполняет:

- 1) сбор, обработку и анализ информации о состоянии объекта управления;
- 2) выработку управляющих воздействий;
- 3) передачу управляющих воздействий на исполнение и контроль;
- 4) реализацию и контроль выполнения управляющих воздействий;
- 5) обмен информацией с взаимосвязанными автоматизированными системами.

1.2 Системы контроля и управления. SCADA

Многие проекты автоматизированных систем для большого спектра областей применения позволяют выделить обобщенную схему их реализации, представленную на рис.1. Приложение А

Рис.1. Обобщенная схема системы контроля и управления.

Как правило, это двухуровневые системы, так как именно на этих уровнях реализуется непосредственное управление технологическими процессами. Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно - аппаратной платформой.

Нижний уровень - уровень объекта (контроллерный) - включает различные датчики для сбора информации о ходе технологического процесса, электроприводы и исполнительные механизмы для реализации регулирующих и управляющих воздействий. Датчики поставляют информацию локальным программируемым логическим контроллерам (PLC), которые могут выполнять следующие функции:

- 1) сбор и обработка информации о параметрах технологического процесса;
- 2) управление электроприводами и другими исполнительными механизмами;
- 3) решение задач автоматического логического управления и др.

Верхний уровень - диспетчерский пункт - включает, прежде всего, одну или несколько станций управления, представляющих собой автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера/оператора. Здесь же может быть размещен сервер базы данных, рабочие места (компьютеры) для специалистов и т. д. Часто в качестве рабочих станций используются ЭВМ типа IBM PC различных конфигураций.

Станции управления предназначены для отображения хода технологического процесса и оперативного управления. Эти задачи и призваны решать SCADA - системы. SCADA - это специализированное программное обеспечение, ориентированное на обеспечение интерфейса между диспетчером и системой управления, а также коммуникацию с внешним миром.

Концепция SCADA предопределена всем ходом развития систем управления и результатами научно-технического прогресса. Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач

разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

Дружественность человеко-машинного интерфейса (HMI/MMI), предоставляемого SCADA - системами, полнота и наглядность представляемой на экране информации, доступность "рычагов" управления, удобство пользования подсказками и справочной системой и т. д. - повышает эффективность взаимодействия диспетчера с системой и сводит к нулю его критические ошибки при управлении.

Следует отметить, что концепция SCADA, основу которой составляет автоматизированная разработка систем управления, позволяет решить еще ряд задач, долгое время считавшихся неразрешимыми: сократить сроки разработки проектов по автоматизации и прямые финансовые затраты на их разработку.

В настоящее время SCADA является основным и наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами (процессами).

Термин SCADA эволюционировал вместе с развитием технологий автоматизации и управления технологическими процессами. В 80-е годы под SCADA-системами понимали любые программно-аппаратные комплексы сбора данных реального времени. В 90-х годах термин SCADA больше используется для обозначения только программной части АСУ ТП.

Область применения охватывает сложные объекты электроснабжения и водоснабжения, химические, нефтехимические и нефтеперерабатывающие производства, железнодорожный транспорт, транспорт нефти и газа и др.

Большое значение при внедрении современных систем диспетчерского управления имеет решение следующих задач:

- выбора SCADA-системы (исходя из требований и особенностей технологического процесса);
- кадрового сопровождения.

Выбор SCADA-системы представляет собой достаточно трудную задачу, аналогичную принятию решений в условиях многокритериальности,

усложненную невозможностью количественной оценки ряда критериев из-за недостатка информации.

Основные задачи, решаемые SCADA-системами:

- 1) обмен данными с промышленными контроллерами и платами ввода/вывода в реальном времени через драйверы;
- 2) обработка информации в реальном времени;
- 3) отображение информации на экране монитора в понятной для человека форме;
- 4) ведение базы данных реального времени с технологической информацией;
- 5) аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
- 6) подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса;
- 7) осуществление сетевого взаимодействия между SCADA ПК;
- 8) обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.). В системе управления предприятием такими приложениями чаще всего являются приложения, относимые к уровню исполнительной системы производства (MES).

1.3 Системная платформа Wonderware

Рассмотрим в качестве общего программного обеспечения SCADA-систему, разработанную компанией «Wonderware» (Invensys Inc.). Посредством данного общего программного обеспечения разрабатывается специальное программное обеспечение, реализующее необходимые функции и математические алгоритмы АСУ ТП. Для каждого компонента SCADA-системы разрабатывается соответствующее специальное программное обеспечение.

На серверы программно-технического комплекса АСУ ТП группы автоматизированных котельных центрального диспетчерского пункта устанавливаются серверные компоненты SCADA-системы, поставляемые пакетом общего программного обеспечения «Wonderware System Platform».

Системная платформа Wonderware обеспечивает единую и масштабируемую программную платформу для программных решений, ориентированных на потребности производственной автоматизации и инженерного персонала,

включая SCADA, человеко-машинного интерфейса и диспетчерского управления, системы оперативного управления производством и инструменты организации интеллектуального производства на предприятии.

Центром Wonderware System Platform является «производственная модель» - логическое представление физических процессов, управляемых и контролируемых приложениями Wonderware. Объектно-ориентированная технология ArchestrA делает возможным конфигурацию, регистрацию, доставку и поддержку информации реального времени и архивной информации простым нажатием кнопки мыши.

Системная платформа Wonderware System Platform (Приложение А Рис.2)

включает высокопроизводительный сервер исторических данных с архивацией истории производства, эффективной компрессией данных и автоконфигурацией архивирования, что исключает дублирование работы и сервер управления промышленной информацией, который значительно упрощает организацию и доставку оперативной информации для использования всеми службами организации.

Ключевые преимущества:

- 1) стандартизация инженерных работ и рабочего процесса позволяет сэкономить время и расходы;
- 2) интеграция всех рабочих данных независимо от типа их источника;
- 3) гибкость, позволяющая менять любой компонент системы, чтобы отвечать новым потребностям или воспользоваться новыми возможностями;
- 4) расширенные возможности по наращиванию ресурсов от 250 до 1 млн. точек ввода-вывода независимо от географического местоположения.

Основные характеристики:

- 1) единая производственная модель – уменьшение сложности системы;
- 2) удаленное развертывание и сопровождение программных продуктов;
- 3) применение шаблонных и объектно-ориентированных структур;
- 4) высокая степень безопасности, основанная на ролевом подходе;

- 5) поддержка приложений SCADA, широкие возможности коммуникации;
- 6) современные методы анализа трендов и сбор исторических данных;
- 7) возможности анализа информации и генерации отчетов на базе web.

Системная платформа Wonderware - это группа программных продуктов, представленных как единый набор программных продуктов:

- на сервер приложений устанавливается программное обеспечение «Wonderware Application Server» и серверы ввода/вывода;
- на сервер баз данных устанавливается программное обеспечение «Wonderware Historian», «Wonderware Information Server» и серверы ввода/вывода.

Wonderware Application Server (WAS) обеспечивает считывание информации с серверов ввода вывода, ее обработку и запись в базу данных. WAS обеспечивает обработку всех необходимых математических алгоритмов, обеспечивает предоставление оперативной информации операторам-технологам, контролирует наличие связи с программно-техническим комплексом АСУ ТП, обеспечивает временное хранение технологических параметров при неработоспособности сервера баз данных.

Wonderware Application Server состоит из следующих компонент:

- Bootstrap;
- Galaxy Repository.

Bootstrap является набором сервисов стартующих автоматически вместе с операционной системой. Данный компонент устанавливается на каждый компьютер. Он отвечает за передачу информации внутри SCADA-системы. В нем реализованы протоколы обмена информации внутри SCADA-системы.

Galaxy Repository представляет собой базу данных серверного специального программного обеспечения. Из этой базы данных происходит компиляция бинарных программных пакетов, которые переносятся на каждый компьютер, участвующий в АСУ ТП и передаются в сервис bootstrap для корректного и полного обмена информации внутри SCADA-системы.

Компонент системной платформы Wonderware Historian представляет собой высокопроизводительную базу данных реального времени для хранения производственной и технологической информации. В этом продукте высокая эффективность и гибкость реляционной базы данных сочетаются с быстродействием и возможностями сжатия данных системы реального времени, что обеспечивает интеграцию производственных приложений с управленческой системой.

Wonderware Historian предназначена для сбора широкого спектра производственных данных при максимальном разрешении и чрезвычайно высокой скорости передачи данных, обеспечивая персоналу на всех уровнях предприятия возможности для быстрого поиска нужной информации, и соответственно, для немедленного принятия мер, направленных на повышение эффективности предприятия. Программное обеспечение Wonderware Historian осуществляет сбор производственных данных в сотни раз быстрее, чем стандартные системы баз данных и использует для их хранения небольшой объем памяти. Инновационные режимы поиска данных позволяют персоналу извлекать именно ту информацию, которая необходима для поиска и устранения наиболее серьезных недостатков, что ускоряет процессы корректировки даже незначительного снижения эффективности и качества производства.

Основные характеристики:

- 1) высокие быстродействие и уровень сжатия данных;
- 2) поддержка бизнес-процессов, регулярный процесс обеспечения отчетности;
- 3) современные методы анализа трендов и составления отчетов.

Wonderware Information Server предоставляет единое простое решение по агрегированию и представлению данных о функционировании и производительности предприятия через интернет или корпоративную сеть.

На автоматизированное рабочее место пользователей устанавливаются компоненты SCADA-системы для организации человеко-машинного интерфейса, а именно общее программное обеспечение «Wonderware

InTouch™» с интегрированной системой «Wonderware Active Factory», а также необходимое служебное общее программное обеспечение для обеспечения подключения клиентов к серверным ЭВМ.

Программное обеспечение InTouch предоставляет широкие возможности графической визуализации, что позволяет перевести на качественно новый уровень оптимизацию, контроль и управление производственными процессами. InTouch HMI заслужил высокую репутацию благодаря своему качеству. То, что сегодня в промышленности известно как "человеко-машинный интерфейс" (HMI), началось с программного обеспечения InTouch, которое появилось более двадцати лет назад. Ни одно HMI не может конкурировать с программным обеспечением InTouch в области разработки новаторских решений, архитектурной целостности, непревзойденного уровня интеграции и связности устройств, миграции существующих приложений и легендарной простоты в использовании.

Основные характеристики:

- 1) интеллектуальные графические возможности и независимые от разрешения экрана графические объекты для создания реалистичной и четкой графики;
- 2) разнообразный инструментарий создания сценариев для расширения и настройки приложений в соответствии со спецификацией системы;
- 3) система распределенных алармов, ведение истории в реальном времени для анализа;
- 4) встроенные тренды - реального времени и исторические;
- 5) интеграция элементов управления Microsoft ActiveX и .NET;
- 6) обширная библиотека, включающая более 500 предварительно созданных и настраиваемых графических объектов и символов.

Программное обеспечение ActiveFactory от Wonderware, предназначенное для отслеживания трендов, проведения анализа и представления отчетной документации, обеспечивает максимально эффективное использование данных, хранящихся в системе Wonderware Historian.

Программное обеспечение ActiveFactory позволяет анализировать тренды, проводить комплексный анализ численных данных, создавать детальные информационные отчеты при помощи стандартных программ, таких как Microsoft Excel® и Microsoft® Word, и публиковать оперативную и периодическую производственную информацию на веб-сайте или интранет-сайте компании, используя Wonderware Information Server.

ActiveFactory предоставляет руководителям и специалистам, работающим в области анализа и обработки информации, возможность оперативно устранять проблемы, исследовать и выявлять потенциально слабые места в производственном процессе, а также устранять операции по локализации данных, требующие больших затрат времени.

Основные характеристики:

1) оперативная и периодическая производственная информация: генерация отчетов и построение трендов;

2) передача регулярных и специальных производственных сообщений

Упрощение процедуры запроса данных.

На автоматизированное рабочее место системного инженера устанавливается программный пакет «Wonderware Development Studio».

Wonderware Development Studio представляет собой интегрированную компонентную среду разработки.

Wonderware Development Studio позволяет управлять несколькими серверами и InTouch приложениями, а также легко моделировать, организовывать, создавать, устранять неисправности, управлять, устанавливать, поддерживать и обеспечивать безопасность операций из централизованной среды даже в больших распределенных сетях.

Службы управления системой и расширяемостью включают:

1) удаленное распространение изменений;

2) возможность в любое время менять структуру системы - для поддержки различных архитектур, таких как одиночный узел, клиент-серверная или одноранговая архитектуры, интернет-технологии;

3) легкость балансировки нагрузки на серверы;

- 4) удаленная инсталляция и администрирование приложений;
- 5) он-лайн базу данных конфигурации для централизованного обслуживания программного обеспечения.

Основные характеристики:

- 1) шаблонно-ориентированная разработка объектов и графических элементов;
- 2) возможности расширения при разработке на базе Microsoft .NET и использовании Wonderware API;
- 3) полная и настраиваемая библиотека графических элементов;
- 4) многоуровневая защита и журналы регистрации событий;
- 5) управление устройствами ввода-вывода, архивом, алармами, событиями, графикой, сценариями и др. с помощью одного инструмента.

Посредством данного программного обеспечения системный инженер контролирует работу общего программного обеспечения SCADA-системы, а также контролирует работу специального программного обеспечения и, при необходимости, вносит изменения и меняет уровень доступа к управлению котельными.

SCADA система Wonderware обеспечивает автоматическое формирование журналов работы системы, которые должны формировать информацию о запуске, работе и состоянии SCADA-системы.

Для обмена информации между программно-техническим комплексом узла системы передачи данных котельной и программно-техническим комплексом узла системы передачи данных, устанавливаемого на центральном диспетчерском пункте, как на основном канале передачи данных, так и на резервном канале, применяется протокол Modbus TCP. В SCADA-систему информация поступает посредством протокола SuiteLink.

Протокол SuiteLink является специализированной разработкой компании Wonderware. Он был специально разработан для того, чтобы удовлетворить таким требованиям, как целостность данных, высокая производительность и простота диагностики. В основе протокола SuiteLink лежит протокол TCP/IP.

Он разработан для поддержания быстродействующих промышленных систем и обладает следующими

характеристиками:

- передача данных осуществляется в формате VTQ (Value, Time, Quality - значение, время, качество), в соответствии с которым каждая пересылаемая клиенту единица информации сопровождается метками времени и качества данных;

- благодаря системному монитору стал возможным расширенный анализ производительности по передаче данных, степени загрузки сервера, степени потребления ресурсов компьютера и сети, что особенно важно для проектирования и сопровождения больших распределенных промышленных сетей;

- поддержка обмена данными между приложениями происходит независимо от того, исполняются ли эти приложения на одном узле сети или на разных.

Для обеспечения информационного обмена при функционировании на основном канале передачи данных применяется сервер ввода вывода «Wonderware I/O Server for Modicon MODBUS Ethernet». Для обеспечения информационного обмена при функционировании на резервном канале передачи данных применяется сервер ввода вывода «MODBUS Master-Slave SL and DDE Server».

Wonderware I/O Server for Modicon MODBUS Ethernet преобразует протокол Modbus TCP в протоколы, используемые SCADA-системой, OPC, SuiteLink, DDE и FastDDE. Данный сервер используется при работе на основном канале передачи данных.

MODBUS Master-Slave SL and DDE Server Ethernet преобразует протокол Modbus TCP в протоколы, используемые SCADA-системой, SuiteLink, DDE и FastDDE. Посредством данного сервера и специального программного обеспечения терминального модема Siemens TC 65 блока сопряжения происходит организация резервного канала передачи данных. Данный сервер

ввода вывода устанавливается на сервер, к которому подключен GSM модем, обеспечивающий фиксированный IP-адрес.

1.4 Платформа данных SQL Server 2005

Применяемые операционные системы компьютеров соответствуют требованиям устанавливаемого программного обеспечения, и задачам, возлагаемым на них, а именно:

- сервер баз данных управляется операционной системы Microsoft Windows 2003 Server Release 2.
- сервер приложений управляется операционной системы Microsoft Windows 2003 Server Release 2;
- сервер контроллера домена управляется операционной системы Microsoft Windows 2003 Server Release 2;
- компьютеры рабочих мест операторов-технологов, диспетчеров и компьютер автоматизированного рабочего места системного инженера управляются операционной системой Microsoft Windows XP Professional.

Рассмотрим Microsoft SQL Server 2005, которая представляет собой систему управления базами данных.

Microsoft SQL Server 2005 является решением следующего поколения для управления и анализа данных, которое предоставляет повышенную безопасность, стабильность данным предприятия и аналитическим приложениям, облегчая их построение, развёртывание и управление.

SQL Server 2005 представляет собой интегрированное решение по управлению и анализу данных, которое поможет организациям различного масштаба:

- строить, разворачивать и управлять промышленными приложениями, которые являются более безопасными, масштабируемыми и надежными;
- увеличивать продуктивность информационных технологий, уменьшая сложность построения, разворачивания и управления приложениями по работе с базами данных;

- разделять данные между платформами, приложениями и устройствами для облегчения соединения внутренних и внешних систем;
- контролировать стоимость, не жертвуя качеством выполнения, доступностью, масштабируемостью и безопасностью.

SQL Server 2005 (Приложение А рис.3) предоставляет мощные, знакомые инструменты для профессионалов информационных технологий так же, как и для работников информационной сферы, уменьшая сложность создания, развёртывания, управления и использования данных предприятия и аналитических приложений на платформах от мобильных устройств до информационных систем предприятия. Благодаря исчерпывающему набору функций, взаимодействию с существующими системами и автоматизации типовых задач, SQL Server 2005 предоставляет полное решение в области хранения данных для предприятий всех масштабов. Рисунок 3 показывает схему платформы данных SQL Server 2005.

Платформа данных SQL Server включает следующие инструменты:

1) Реляционная база данных – безопасное, надёжное, масштабируемое, высокодоступное ядро с улучшенной производительностью и поддержкой структурированных и неструктурированных (XML) данных.

2) Replication Services – репликация данных для распределённых и мобильных приложений обработки данных, высокая доступность систем, масштабируемый параллелизм со вторичными хранилищами данных для отчётных решений предприятия и интеграция с разнородными системами, включая существующие базы данных Oracle.

3) Notification Services – развитые возможности уведомлений для разработки и внедрения масштабируемых приложений, способных доставлять персонализированные, своевременные обновления информации множеству соединённых и мобильных устройств.

4) Integration Services – возможности извлечения, преобразования и загрузки для хранилищ данных и интеграции данных в масштабе предприятия.

5) Analysis Services – аналитическая обработка в реальном времени (OLAP) для быстрого, сложного анализа больших и смешанных наборов данных, использующая многомерное хранение.

6) Reporting Services – исчерпывающее решение для создания, управления и доставки как традиционных бумажных отчётов, так и интерактивных, основанных на технологии WWW отчётов.

7) Инструменты управления – SQL Server включает средства управления для развитого управления и настройки баз данных, также как и тесную интеграцию с такими инструментами, как Microsoft Operations Manager (MOM) и Microsoft Systems Management Server (SMS). Стандартные протоколы доступа к данным существенно уменьшают время, необходимое для интеграции данных SQL Server с существующими системами. В дополнение, поддержка Web служб встроена для обеспечения взаимодействия с другими приложениями и платформами.

8) Инструменты разработки – SQL Server предлагает интегрированные инструменты разработки для ядра базы данных, извлечения, трансформации и загрузки данных, извлечения информации, OLAP и отчётности, которые тесно интегрированы с Microsoft Visual Studio® для предоставления сквозных возможностей разработки приложений. Каждая главная подсистема SQL Server поставляется со своей собственной объектной моделью и набором API для расширения системы данных в любом направлении.

SQL Server 2005 содержит много новых и улучшенных возможностей, помогающих персоналу информационных технологий быть более продуктивным. SQL Server 2005 включает главные улучшения управления данными предприятия в следующих областях:

- Управляемость
- Доступность
- Масштабируемость
- Безопасность

SQL Server 2005 упрощает управление путём предоставления единой интегрированной консоли управления для мониторинга и управления

реляционной базой данных SQL Server, Integration Services, Analysis Services, Reporting Services, Notification Services и SQL Mobile на большом числе распределённых серверов и баз данных. Администраторы баз данных могут выполнять несколько задач одновременно, включая следующие: создание и выполнение запроса, просмотр серверных объектов, управление объектом, отслеживание активности системы и просмотр оперативной справки. SQL Server Management Studio содержит среду разработки для создания, редактирования и управления сценариев и хранимых процедур, используя Transact-SQL, многомерные выражения (MDX), XMLA и SQL Server Mobile Edition. Management Studio легко интегрируется с системой контроля версий. Management Studio также содержит инструменты для планирования задач Агента SQL Server и управления Планами Технического Обслуживания для автоматизации ежедневных задач обслуживания. Объединение задач управления и создания в одном инструменте в соединении со способностью управлять всеми типами серверов обеспечивает улучшенную производительность для администраторов баз данных.

Объекты Управления SQL (SMO) являются новым набором объектов для программирования, которые предоставляет полную функциональность для управления базой данных SQL Server. Фактически, Management Studio построена на Объектах Управления SQL. SMO реализованы в виде сборки Microsoft .NET Framework. SMO можно использовать для автоматизации распространённых задач администрирования SQL Server, таких как программное получение конфигурационных настроек, создание баз данных, выполнение сценариев Transact-SQL, создание заданий Агента SQL Server и планирование резервного копирования. Объектная модель SMO является более безопасной, надёжной и масштабируемой заменой Распределённым Объектам Управления (DMO), которые входят в состав предыдущих версий SQL Server.

С выпуском Microsoft SQL Server 2005 программисты баз данных могут воспользоваться всеми преимуществами библиотеки классов Microsoft .NET Framework и современных языков программирования для реализации функциональности в рамках сервера. Используя интеграцию с Общеязыковой

Средой Выполнения (CLR), можно кодировать хранимые процедуры, функции и триггеры на любом языке .NET Framework. Языки Microsoft Visual Basic .NET и C# предлагают объектно-ориентированные конструкции, структурную обработку исключений, массивы, пространства имён и классы. В дополнение, в составе .NET Framework поставляются сотни классов и методов, обладающие обширными возможностями, которые можно использовать на стороне сервера. Многие задачи, которые было сложно выполнить на Transact-SQL могут быть лучше выполнены на управляемом коде. Также доступны два новых типа объектов базы данных - агрегаты и пользовательские типы. Теперь можно с большей пользой использовать свои знания и навыки при написании внутри процессного кода.

После установки и настройки соответствующих операционных систем на компьютеры программно-технического комплекс АСУ ТП группы автоматизированных котельных центрального диспетчерского пункта (ПТК АСУ ТП ЦДП), производится инсталляция общего программного обеспечения SCADA-системы, затем на все узлы ПТК АСУ ТП ЦДП устанавливается разработанное специальное программное обеспечение и сервера ввода вывода.

Для составления различного рода документов операторами-технологами, а также для автоматизированного составления отчетности в ПТК АСУ ТП ЦДП применяется набор офисного программного обеспечения Microsoft Office.

Также на каждом компьютере АСУ ТП устанавливается программное обеспечение, поставляемое совместно с источниками бесперебойного питания, обеспечивающее корректное завершение работы компьютеров в случае аварии электросети.

В штатном режиме работы специальное программное обеспечение сервера приложений выполняет следующие функции:

- 1) предоставление оперативной информации на автоматизированное рабочее место пользователей АСУ ТП;
- 2) формирование архивов состояния оборудования;
- 3) формирование рапортов состояния оборудования;
- 4) формирование трендов параметров;

- 5) формирование архивов действий персонала;
- 6) формирования архивов срабатывания сигнализации и защиты;
- 7) контроль прохождения сигналов управления;
- 8) обеспечение сохранности и накопления данных;
- 9) формирование отчетов о работе системы по формам, согласованным с заказчиком.

Помимо этого разрабатываемое специальное программное обеспечение, устанавливаемое на сервер приложений и на сервер баз данных, обеспечивает взаимоконтроль работоспособности данных серверов. И при аварии одного из них должно обеспечить следующее:

- 1) при аварии сервера приложений, функции, возлагаемые на него, автоматически начинают выполняться на сервере баз данных, причем при аварии формируется аварийное сообщение и передается на автоматизированное рабочее место системного инженера. При восстановлении работоспособности сервера приложений, функции, возлагаемые на сервер приложений, начинают выполняться на нем.

- 2) при аварии сервера баз данных, сервер приложений автоматически создает временные файлы, в которые записывается вся информация, подлежащая сохранению. При восстановлении работоспособности сервера баз данных специального программного обеспечения сервера приложений обеспечивает запись сохранённой информации в базу данных сервера баз данных и, после подтверждения сохранения, автоматически удаляет временные файлы.

Специальное программное обеспечение разрабатывается таким образом, чтобы оперативная информация, предоставляемая оператору-технологу и диспетчеру, была ему понятна и не могла быть истолкована двояко. Для этого вся информация предоставляется оператору-технологу (диспетчеру) на русском языке, за исключением общепринятых английских слов, например, Login, Logoff, Password. Также на видеокадрах с отображением технологических параметров применяются общепринятые в теплоэнергетики сокращения и обозначения величин согласно системе СИ.

Для обеспечения голосового чата на автоматизированном рабочем месте старшего диспетчера, диспетчеров районов, старшего оператора-технолога и оператора-технолога используется программное обеспечение Net Speakerphone.

В качестве операционной системы автоматизированного рабочего места используется Microsoft Windows XP Professional. В настоящее время данная операционная система снята с официальной продажи, однако компания Microsoft поддерживает процедуру замены Microsoft Windows Vista Business на Microsoft Windows XP Professional. Ввиду того, что Microsoft Windows Vista требует неоправданно большое количество ресурсов на свое функционирование, а также большое количество ошибок в операционной системе, применение Microsoft Windows Vista не приемлемо.

Все применяемые операционные системы локализованы для России и поставляются с последними программными пакетами обновлений.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АСУ ТП.

2.1 Исходные данные, используемые при проектировании технического обеспечения.

Выбор оборудования для АСУ ТП осуществляется на основании анализа следующих критериев:

- возможность реализации заданных функций на выбранном оборудовании и программном обеспечении;
- совместимость с другими системами;
- возможность модификации и расширения функций АСУ ТП;
- подбор фирмы-производителя, зарекомендовавшей себя продажей качественного оборудования и программного обеспечения на Российском рынке;
- наличие регионального представительства и сервисной службы в Санкт-Петербурге для гарантийного и послегарантийного обслуживания, оказания консультационных услуг при монтаже и эксплуатации оборудования;
- возможность оперативного предоставления фирмой полного комплекта технической документации, необходимой для проектирования;
- комплектность, стоимость, условия и сроки поставки оборудования;
- конструкция, весогабаритные параметры оборудования и материалы, применяемые для его изготовления;
- надежность в работе, срок службы, энергоэкономичность, малошумность и др.

Сбор и первичная обработка информации, алгоритмы управления, сигнализации, блокировки и защиты, фиксация первопричин срабатывания, формирование, прием и передача данных и управляющих воздействий от диспетчерской системы, формирование данных учета энергоносителей

реализуются непосредственно средствами программно-технического комплекса системы автоматизации (ПТК СА) каждой котельной.

Программно-технический комплекс (ПТК) АСУ ТП центрально-диспетчерского пункта построено так, чтобы обеспечить возможность подключения дополнительных районных диспетчерских пунктов без остановки работы уже функционирующей АСУ ТП. В программно-диспетчерский комплекс АСУ ТП центрально-диспетчерского пункта устанавливаются центральный сервер приложений и сервер баз данных. Автоматизированные рабочие места (АРМ) пользователей АСУ ТП являются клиентами к этим серверам. Для централизации контроля работы, осуществления единой политики безопасности и санкционированного доступа к АРМ пользователей, а также синхронизации по времени программно-технического комплекса АСУ ТП центрально-диспетчерского пункта (ЦДП), все компьютеры, входящие в состав ПТК АСУ ТП ЦДП, объединяются в домен Windows NT. Для этого в системе предусмотрен отдельный серверный компьютер. Для синхронизации с мировым временем (GMT) используется GPS приемник, подключаемый к контроллеру домена.

Серверное оборудование, включая активное сетевое оборудование ЦДП, для удобства располагается в серверной 19 дюймовой стойке. Данная стойка имеет систему дополнительной вентиляции.

Каждый сервер оснащен двумя блоками питания. Блок питания от серверов подключаются к двум источникам бесперебойного питания, тем самым обеспечивая резервирование электропитания.

2.2 Структура комплекса технических средств.

Структура комплекса технических средств выбирается согласно структуре АСУ ТП.

АСУ ТП автоматизированными котельными структурно состоит из следующих подсистем:

- программно-технического комплекса АСУ ТП группы автоматизированных котельных центрального диспетчерского пункта (ПТК АСУ ТП ЦДП) (верхний уровень АСУ ТП);
- системы передачи данных (СПД);
- программно-технического комплекса системы автоматизации котельной (ПТК СА) (низовой уровень АСУ ТП).

Программно-технического комплекса АСУ ТП группы автоматизированных котельных центрального диспетчерского пункта состоит из следующих подсистем:

- сбора, хранения и распределения информации;
- обработки информации;
- поддержки принятия решения;
- предоставления оперативной информации и организации диалогового режима.

Системы передачи данных состоит из следующих подсистем:

- программно-технического комплекса узла системы передачи данных ЦДП (ПТК УСПД ЦДП);
- программно-технического комплекса узла системы передачи данных котельной (ПТК УСПД котельной) – блок сопряжения низового и верхнего уровня АСУ ТП, устанавливаемый на каждой котельной;
- каналы передачи данных.

Программно-технического комплекса системы автоматизации котельной состоит из следующих подсистем:

- автоматизированной системы контроля, защиты, управления (АСКЗУ) котлами;
- системы автоматизации вспомогательного оборудования котельной;
- автоматизированной системы технологического контроля и учета энергоресурсов (АСТКУЭ);
- автоматизированной системы безопасности котельной.

Выходная информация АСТКУЭ должна соответствовать выходной информации узлов коммерческого учета энергоресурсов.

С точки зрения комплекса технических средств, программно-технический комплекс АСУ ТП центрально-диспетчерского пункта (ПТК АСУ ТП ЦДП) состоит из серверной части и клиентской части. Серверная часть представляется собой три ЭВМ выполненных на базе серверных технологий компании Intel. Клиентская часть состоит из АРМ пользователей АСУ ТП и АРМ системного инженера. ПЭВМ АРМ выполнены с использованием промышленных технологий и построены с использованием технологий компании Intel.

ПТК АСУ ТП ЦДП отвечает за предоставление пользователям АСУ ТП оперативной информации в форме видеокладов, за организацию внемашиной и машинной базы данных, за информационный обмен с системой передачи данных (СПД).

СПД состоит из двух подсистем, одна из которых располагается на каждой котельной (ПТК УСПД котельной) и одна непосредственно на центральном диспетчерском пункте (ПТК УСПД ЦДП).

ПТК АСУ ТП ЦДП отвечает за предоставление пользователям АСУ ТП оперативной информации в форме видеокладов, за организацию внемашиной и машинной базы данных, за информационный обмен с СПД.

СПД состоит из двух подсистем, одна из которых располагается на каждой котельной (ПТК УСПД котельной) и одна непосредственно на ЦДП (ПТК УСПД ЦДП).

Программно-технический комплекс узла системы передачи данных котельной состоит из:

- программируемого логического контроллера Modicon M340 производства Schneider Electric;
- терминального модема Siemens TC 65;
- конвертера интерфейсов RS232/RS485 ICP-CON;
- модема xDSL;

- коммутатора Моха;
- вспомогательного электрического оборудования.

Программно-технический комплекс узла системы передачи данных ЦДП состоит из:

- терминального модема Siemens TC 65;
- модема xDSL.

Серверы ПТК АСУ ТП ЦДП выполнены с применением серверных технологий Intel, отвечающим следующим требованиям:

- чипсет материнских карт серверов – Intel;
- применяемые процессоры: Quad-Core Intel® Xeon®;
- на сервере приложений и сервере баз данных используются жесткие диски с интерфейсом SATA2;
- корпусное исполнение и месторасположение жестких дисков обеспечивают возможность «горячей» замены;
- для каждого сервера применяются жесткие идентичные диски;
- на сервере приложений и сервере баз данных применяется аппаратный контроллер RAID-5, причем в рейд массив объединено пять жестких дисков;
- на сервере контроллера домена применяется аппаратный контроллер RAID-1, причем в рейд массив объединено пять жестких дисков;
- сервер контроллера домена имеет два интерфейса Ethernet скоростью 10/100/1000 Mbps;
- сервер приложений и сервер баз данных имеют три интерфейса Ethernet скоростью 10/100/1000 Mbps;
- серверы поддерживают возможность «горячей» замены системы корпусного и процессорного охлаждения, а также охлаждения жестких дисков;
- объем оперативной памяти соответствует требованиям устанавливаемого системного и общего программного обеспечения;
- аппаратное исполнение применяемых серверов и АРМ операторов-технологов обеспечивает возможность увеличения количество пользователей АСУ ТП.

На АРМ пользователей применяются жидкокристаллические мониторы, соответствующие стандарту ТСО 99. Размер мониторов - 21 дюйм, формат мониторов - 4:3, рабочее разрешение экрана 1600x1200.

Для АРМ пользователей применяются промышленные компьютеры iROBO, рассчитанные на круглогодичную работу, также соответствующие следующим требованиям:

- чипсет материнских карт серверов - Intel;
- применяемые процессоры - Intel;
- используемые жесткие диски с интерфейсом SATA;
- корпусное исполнение и месторасположение жестких дисков обеспечивают возможность «горячей» замены;
- на каждом компьютере установлено два жестких дисков, объединенных в RAID-1, причем применяется аппаратный RAID контроллер;
- компьютеры имеют два интерфейса Ethernet скоростью 10/100/1000 Mbps;
- компьютеры поддерживают возможность «горячей» замены системы корпусного охлаждения, а также охлаждения жестких дисков;
- объем оперативной памяти соответствует требованиям устанавливаемого системного и прикладного программного обеспечения.

Каждое АРМ пользователя оснащается системой звуковой сигнализации в виде звуковых колонок. Каждое АРМ пользователя включает в состав источник бесперебойного питания. При аварии электропитания данный ИБП обеспечивает работу системного блока компьютера, монитора и систему звуковой сигнализации.

Применяемые в ПТК АСУ ТП ЦДП ИБП обеспечивают поддержку функционирования при отсутствии электроэнергии в течение 10 минут, а также обеспечивают корректное завершение работы ПТК АСУ ТП ЦДП, а именно, в первую очередь должны выключиться все компьютеры АРМ пользователей. Затем выключаются сервер баз данных и сервер приложения. В последнюю очередь выключается сервер контроллера домена.

В ПТК АСУ ТП ЦДП применяются серверы фирмы HP, источники бесперебойного питания фирмы APC, коммутаторы фирмы Moxa, мониторы фирмы NEC. Устройства ручного ввода выбираются согласно эстетическим и эргономическим характеристикам.

Для создания немашинной базы данных в ПТК АСУ ТП ЦДП применяются два цветных лазерных сетевых принтера, поддерживающие формат А4 производства фирмы HP.

Для синхронизации времени с GMT применяется ГЛОНАСС/GPS приемник. Данный приемник располагается в серверной стойке и подключен к серверу точного времени. Расположение антенны приемника должно быть определено на стадии рабочего проектирования.

2.3 Функционирование технических средств верхнего уровня АСУ ТП в пусковом, нормальном и аварийном режимах.

ПТК АСУ ТП ЦДП функционирует круглосуточно во время работы котельной. В случае остановки функционирования котельной на регламентные работы в летний период ПТК АСУ ТП ЦДП может быть так же остановлен.

АРМ заместителя главного инженера по оперативной работе, начальника АДС, начальника отдела режимов и учета функционируют при необходимости.

ПТК АСУ ТП ЦДП в штатном режиме функционирования имеет три режима работы:

- режим запуска;
- режим работы;
- режим останова.

В режиме запуска происходит включение всех ЭВМ, загрузка операционных систем, загрузка общего и специального программного обеспечения компонент SCADA-системы. В режиме первого запуска должна выполняться следующая очередность включения ЭВМ:

- в первую очередь включается сервер контроллера домена;

– затем включается сервер приложений. Диагностика его включения осуществляется стандартными методами. После загрузки операционной системы, в случае, если не было никаких нештатных ситуаций, запускается сервер баз данных;

– сервер баз данных запускается вторым. Диагностика запуска аналогична диагностике запуска сервера приложений. После загрузки операционной системы должна быть проведена диагностика запуска специальных служб и сервисов операционной системы обоих серверов. Для этого непосредственно с сервера баз данных происходит анализ автоматически заполняемых журналов операционных систем, причем в первую очередь анализируются журналы запуска операционной системы сервера приложений. Проверяются журналы запуска служб контроллера домена, служб DNS сервера, журнал приложений, журнал системы и журнал безопасности. После проверки запуска операционной системы сервера приложений, проверяется запуск операционной системы сервера баз данных. Для этого анализируются журнал приложений, журнал системы и журнал безопасности сервера баз данных. После подтверждения штатной загрузки серверных ЭВМ, происходит анализ запуска серверных компонент SCADA-системы. Для этого анализируются автоматически создаваемые журналы работы SCADA-системы, причем в первую очередь анализируется журнал сервера приложений, а затем журнал сервера баз данных.

– после проверки корректности запуска серверных ЭВМ, осуществляется запуск пользовательских ПЭВМ. Последовательность запуска не принципиальна, диагностика запуска ПЭВМ осуществляется стандартными средствами. После загрузки пользовательских операционных систем проверяются журналы операционных систем каждой ПЭВМ. Проверка должна осуществляться с ЭВМ сервера баз данных, при этом проверяются журнал системы, журнал приложения и журнал баз данных.

После запуска всего программно-технического комплекса верхнего уровня АСУ ТП происходит визуальная диагностика работоспособности комплекса.

Режим работы ПТК АСУ ТП ЦДП представляет собой непрерывный режим функционирования.

Диагностирование в рабочем режиме осуществляется анализом автоматически создаваемых журналов работы операционной системы и SCADA-системы. Один раз в неделю данные журналы должны быть проверены системным инженером.

Выключения ПТК АСУ ТП ЦДП осуществляется в следующей последовательности:

- в первую очередь останавливаются АРМ пользователей;
- после остановки АРМ пользователей останавливаются ЭВМ сервера баз данных и ЭВМ сервера приложений;
- последним выключается ЭВМ контроллера домена.

Аварийным считается режим функционирования оборудования при отсутствии электропитания, то есть работа от источников бесперебойного питания. Работа в аварийном режиме может продолжаться 15-20 минут, а затем должен быть выполнен останов ПТК АСУ ТП ЦДП, причем завершение работы должно быть следующим:

- в первую очередь останавливаются АРМ операторов-технологов и диспетчеров;
- после остановки АРМ операторов-технологов останавливаются ЭВМ сервера баз данных;
- последним выключается ЭВМ сервера приложений.

Аварийным режимом функционирования является функционирование при одном из серверов находящемся в неработоспособном состоянии. При выходе из строя одного из серверов АРМ системного инженера и АРМ старшего диспетчера сигнализирует об аварии с указанием сервера, потерявшего работоспособность.

В данном режиме работоспособный сервер берет на себя все функции неработоспособного:

– при аварии сервера приложений, функции, возлагаемые на него, автоматически выполняются на сервере баз данных, причем при аварии формируется аварийное сообщение и передается на АРМ пользователей и АРМ эксплуатирующего персонала. При восстановлении работоспособности сервера приложений, функции, возлагаемые на сервер приложений, выполняются на нем.

– при аварии сервера баз данных, сервер приложений автоматически создает временные файлы, в которые записываются блоки информации, подлежащей сохранению. При восстановлении работоспособности сервера баз данных системное программное обеспечение сервера приложений обеспечивает запись сохранённой информации в базу данных сервера баз данных и, после подтверждения сохранения, автоматически удаляет временные файлы.

При выходе АРМ пользователя из работоспособного состояния АРМ системного инженера, АРМ старшего диспетчера и АРМ диспетчера сигнализируют об этом, при этом программно-технический комплекс АСУ ТП ЦДП может быть переведен в режим функционирования без одного АРМ. Данный переход осуществляется изменением уровня доступа средствами ПТК АСУ ТП ЦДП.

2.4 Аппаратура передачи данных.

Аппаратура передачи данных СПД представляет собой блок сопряжения, устанавливаемый на каждой котельной (ПТК УСПД котельной).

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) ЦДП построена с использованием четырех коммутаторов, и при этом, подключения узлов сети осуществляется таким образом, чтобы однократный разрыв сети или выход одного из коммутаторов из строя не приводили к неработоспособности ЛВС. Для этого каждое АРМ и сервер контроллера домена имеют по два порта интерфейса Ethernet, а сервер приложений и сервер баз данных имеют три порта интерфейса Ethernet. Каждая ЭВМ подключается к двум различным коммутаторам, и оба коммутатора соединяются между собой и подключаются к третьему коммутатору, к которому, в свою очередь, подключаются принтеры.

СПД состоит из блока сопряжения, устанавливаемого на каждой котельной (ПТК УСПД котельной) и ПТК УСПД ЦДП.

Аппаратура передачи данных блока сопряжения состоит из:

- терминального модема Siemens TC 65;
- конвертера интерфейсов RS232/RS485 ICP-CON;
- модема xDSL;
- коммутатора Моха;

Аппаратура передачи данных ПТК УСПД ЦДП состоит из:

- xDSL модема;
- терминального модема Siemens TC 65.

Канал передачи данных, образованный xDSL модемами обеспечивает единую сеть с единым пространством IP-адресов, в которую входят все котельные и ЦДП. Применяемые модемы имеют скорость данного канала передачи данных, которая составляет 128 kbps. Данный канал является основным каналом передачи данных.

Канал передачи данных, образованный посредством терминальных модемов, построен по технологии GPRS. Скорость данного канала передачи данных составляет 20-30 kbps в зависимости от загрузки провайдеров. Данный канал является резервным каналом передачи данных. Он обеспечивает возможность информационного обмена ЦДП с каждой котельной. Причем выбрано построение резервного канала с применением фиксированного IP-адреса только на ЦДП, что обеспечивает наибольшую экономическую эффективность.

Организация канала передачи данных осуществляется следующим образом:

1. При аварии основного канала передачи данных, контроллер блока сопряжения инициализирует GPRS модем Siemens TC 65, при этом инициализируется модем ПТК УСПД ЦДП.

2. После включения модема, специальное программное обеспечение обеспечивает запуск сеанса GPRS, а также подключение к серверу ввода вывода.

3. После подключения происходит проверка подлинности, а именно проверяется идентификационная строка, которая вшивается в каждый модем блока сопряжения.

4. После прохождения процедуры аутентификации модемом блока сопряжения, специальное программное обеспечение данного модема переходит в прозрачный режим работы. Таким образом, запросы, формируемые сервером ввода вывода, напрямую транслируются в контроллер блока сопряжения, а ответы контроллера, соответственно, серверу ввода вывода.

2.5 Блок сопряжения котельной.

Для создания единой системы диспетчеризации, для ее унификации и для снижения затрат на построение АСУ ТП на каждой котельной устанавливается единый комплект аппаратуры обмена информации, являющийся узлом системы передачи данных котельной (ПТК УСПД котельной или блок сопряжения котельной).

Блок сопряжения обладает свойством универсальности. При установке данного программно технического комплекса на любой объект, требования к комплексу технических средств снижаются до минимума. Основным и единственным требованием ко всему комплексу технических средств низового уровня АСУ ТП является наличие единого узла, построенного на базе программно-логического контроллера. Данный контроллер должен отвечать следующим требованиям:

- наличие порта для использования интерфейса Ethernet;
- данный порт должен быть настраиваемым на IP-адрес зоны В и маску подсети 255.255.0.0;
- контроллер должен поддерживать стандартный промышленный протокол Modbus TCP;
- контроллер должен накапливать данные необходимые для передачи на диспетчерский пункт, а также принимать изменения вносимые оператором.

Блок сопряжения предназначен для сбора оперативной информации с котельной и передачи данной оперативной информации на диспетчерский пункт. Также блок сопряжения передает информацию об управляющих воздействиях, сформированную операторами, системе автоматизации котельной.

Блок сопряжения построен таким образом, чтобы обеспечить минимальное влияние на требования к системе автоматизации котельной. Наличие или отсутствие блока сопряжения на котельной не влияет на работу котельной в автоматическом режиме, он необходим для обеспечения информационного обмена с диспетчерским пунктом.

Блок сопряжения разрабатывается с учетом возможности передачи информации в центральный диспетчерский пункт посредством максимально возможного количества каналов передачи данных, а также технологий их построения.

Блок сопряжения представляет собой щит, состоящий из следующих устройств:

- программно-логический контроллер;
- терминальный программируемый GSM-GPRS модем;
- коммутатор производства фирмы MOXA;
- xDSL модем;
- вспомогательное оборудование.

Программно-логический контроллер является основным устройством временного хранения и предварительной обработки выходной информации, поступающей из системы автоматизации котельной. В части построения сети в помещении котельной, контроллер будет являться мастером сети, то есть именно он будет инициатором информационного обмена с системой автоматизации котельной. Данное построение системы делает незаметным для системы автоматизации котельной присутствие блока сопряжения.

Для обеспечения работы по каналу передачи данных, построенному по технологии xDSL, в блок сопряжения устанавливается xDSL модем. Данный

модем использует для работы через стандартную телефонную сеть. Технология DSL (англ. Digital Subscriber Line- цифровая абонентская линия) базируется на использовании частоты в несколько раз выше, чем используемая для режима передачи голоса. При этом сигнал является цифровым, с увеличенной избыточностью для восстановления информации при повышенной зашумленности канала передачи данных. Службы xDSL разрабатывались для решения определенных целей: они должны работать на существующих телефонных линиях, они не должны мешать работе различной аппаратуре абонента, такой как телефонный аппарат, факс и т.д., скорость работы должна быть выше теоретического предела в 56Кбит/сек., и наконец, они должны обеспечивать постоянное подключение. К основным типам xDSL относятся ADSL, HDSL, R-ADSL, SDSL и VDSL. Все эти технологии обеспечивают высокоскоростной цифровой доступ по абонентской телефонной линии. Существующие технологии xDSL разработаны для достижения определенных целей и удовлетворения определенных нужд рынка. Некоторые технологии xDSL являются оригинальными разработками, другие представляют собой просто теоретические модели, в то время как третьи уже стали широко используемыми стандартами. Основным различием данных технологий являются методы модуляции, используемые для кодирования данных.

Модемы и аппаратура цифровых станций оператора телекоммуникационных услуг работают в таком режиме, что в конечном итоге образуют прозрачный режим передачи данных между центральным диспетчерским пунктом и котельными. В итоге получается виртуальная частная сеть (VPN) – сеть принадлежащая предприятию, построенная посредством каналов общего пользования.

В виду унификации применения в шите применяется коммутатор производства фирмы MOXA, в котором помимо стандартных портов Ethernet, построенного посредством витой пары, присутствуют порты для подключения оптоволоконной линии передачи данных.

Для резервирования канала передачи данных применяется беспроводная технология построения канала передачи данных, а именно GSM-GPRS. Для

уменьшения постоянных затрат на поддержание данного канала передачи данных в блоке сопряжения применяется терминальный программируемый GSM-GPRS модем. Для построения клиент серверного взаимодействия с центральным диспетчерским пунктом для модема используется специальное программное обеспечение, разработанное на языке программирования Java. Данное программное обеспечение обеспечивает подключение к серверу ввода вывода расположенному в центральном диспетчерском пункте и организацию прозрачного канала передачи данных между сервером ввода вывода и котельной. Инициализация работы происходит при аварии основного канала передачи данных.

2.6 Математическое обеспечение и описание алгоритмов контроля.

На всех этапах разработки и эксплуатации АСУ ТП математическое обеспечение определяет соответствие методов, моделей и алгоритмов обработки информации предназначенных для целевых задач управления.

Алгоритмы оперативного контроля и управления АСУ ТП автоматизированных котельных имеют высокую оперативность исполнения (минимальное количество ветвлений, условных переходов и прерываний) при разумной их длине. Разработанные алгоритмы управления прикладными процессами обладают высокой надежностью и устойчивостью. Не допускается наличия тупиковых ситуаций (зацикливания).

Математическое обеспечение вычислительных задач включает следующие программы: вычисление элементарных функций, линейная табличная интерполяция. Кроме этого, математическое обеспечение включает программы, осуществляющие сервисные функции при обработке информации (сортировка, фильтрация, выполнение арифметических операций над массивами данных и др.).

Математическое обеспечение АСУ ТП строится по блочно-модульному принципу.

Целью реализацией алгоритма контроля канала передачи данных между системой автоматизации котельной и блоком сопряжения является

формирование аварийного сообщения контроллером блока сопряжения при отсутствии информационного обмена между системой автоматизации котельной и блоком сопряжения (схема приведена на рис. 1 Приложение Б).

Процесс передачи данных заключается в передаче запросов контроллером блока сопряжения на контроллер системы автоматизации котельной и получения ответных пакетов в соответствии со спецификацией протокола Modbus.

Для контроля осуществления информационного обмена, а также для контроля работоспособности контроллера системы автоматизации котельной, применяется алгоритм контроля изменения системного времени.

Данный алгоритм осуществляется следующим образом:

- в контроллере блока сопряжения выделяются два регистра памяти R1 и R2, представляющие собой данные типа Word (два байта);
- устанавливается таймер 30 секунд;
- определяется информационный бит, отвечающий за аварийное сообщение B1, причем B1 устанавливается в единицу в случае наличия аварийного сообщения и в ноль – при отсутствии аварии передачи данных. При инициализации алгоритма B1 устанавливается в единицу.
- после предопределения переменных запускается цикл опроса контроллера системы автоматизации котельной;
- контроллер блока сопряжения считывает системное время контроллера системы автоматизации котельной и записывает значение в регистр R1;
- происходит сравнение значений регистров R1 и R2;
- если значения совпадают, запускается таймер;
- если значения не совпадают, значение регистра R1 записывается в регистр R2, счет таймера сбрасывается, аварийный бит B1 устанавливается в ноль;
- если таймер завершил счет, B1 устанавливается в единицу, сигнализируя об отсутствии информационного обмена между блоком сопряжения и системой автоматизации котельной;

- цикл повторяется.

Целью реализацией алгоритма контроля основного канала передачи данных контроллером блока сопряжения является формирование аварийного сообщения контроллером блока сопряжения при отсутствии информационного обмена между блоком сопряжения и ПТК УСПД ЦДП при работе на основном канале передачи данных, переключение на резервный канал передачи данных при аварии основного канала передачи данных и функционирование на резервном канале передачи данных (схема приведена на рис. 5 Приложение Б).

Процесс передачи данных заключается в передаче ответов контроллером блока сопряжения на запросы ПТК УСПД ЦДП в соответствии со спецификацией протокола Modbus.

Данный алгоритм осуществляется следующим образом:

- в контроллере блока сопряжения выделяются два регистра памяти R1 и R2, представляющие собой данные типа Word (два байта), при инициализации в оба регистра записываются одинаковые цифровые значения равные 666 (ПТК УСПД ЦДП обеспечивает запись системного времени верхнего уровня АСУ ТП в регистр R1);

- устанавливается таймер T1 60 секунд;
- устанавливается таймер T2 120 секунд;
- устанавливается таймер T3 3 часа;
- устанавливается таймер T4 40 секунд;

- определяется информационный бит, отвечающий за аварийное сообщение B1, причем B1 устанавливается в единицу в случае наличия аварийного сообщения и в ноль – при отсутствии аварии передачи данных. При инициализации алгоритма B1 устанавливается в единицу;

- определяется информационный бит B2, сигнализирующий о функционировании на резервном канале передачи данных, при инициализации данный бит устанавливается в ноль;

- определяется служебный бит В3, сигнализирующий о переходе функционирования на основной канал передачи данных, при инициализации данный бит устанавливается в ноль;
- после предопределения переменных запускается цикл контроля основного канала передачи данных, запускается цикл переключения на резервный канал передачи данных;
- происходит сравнение значений регистров R1 и R2;
- если значения совпадают, запускается таймер T1;
- если значения не совпадают, значение регистра R1 записывается в регистр R2, счет таймера T1 сбрасывается, аварийный бит В1 устанавливается в ноль;
- если таймер T1 завершил счет, В1 устанавливается в единицу, сигнализируя об отсутствии информационного обмена между блоком сопряжения и ПТК УСПД ЦДП;
- цикл контроля основного канала передачи данных повторяется;
- начало цикла переключения на резервный канал передачи данных;
- при переходе В1 в единицу, бит В2 устанавливается в единицу, бит В3 устанавливается в ноль;
- если бит В2 установлен в единицу, запускается таймер T3;
- пока таймер T3 не завершил счет, контроллер подает управляющий сигнал разрешения подачи питания на терминальный модем GPRS);
- если бит В2 установлен в ноль, контроллер снимает управляющий сигнал разрешения подачи питания на модем GPRS;
- если бит В2 установлен в единицу и таймер T3 завершил счет и бит В3 установлен в значении ноль, запускается таймер T4 и снимается управляющий сигнал разрешения подачи питания на модем GPRS;
- если таймер T4 завершил счет, происходит обнуление счета таймера T3 (таймер начинает отсчитывать время с начала);
- при переходе бита В1 в 0, бит В3 устанавливается в единицу;
- если бит В3 находится в единице, запущен счет таймера T2;

- в случае если таймер T2 завершил счет, бит В2 устанавливается в ноль, бит В3 устанавливается в ноль, время счета всех таймеров обнуляется и таймеры останавливаются;

- осуществляется переход к началу цикла переключения на резервный канал передачи данных.

Целью реализацией алгоритма контроля резервного канала передачи данных контроллером блока сопряжения является формирование аварийного сообщения контроллером блока сопряжения при отсутствии информационного обмена между блоком сопряжения и ПТК УСПД ЦДП при работе на резервном канале передачи данных (схема алгоритма приведена на рис. 3 Приложение Б).

Процесс передачи данных заключается в передаче ответов контроллером блока сопряжения на запросы ПТК УСПД ЦДП в соответствии спецификацией протокола Modbus.

Данный алгоритм осуществляется следующим образом:

- в контроллере блока сопряжения выделяются два регистра памяти R1 и R2, представляющие собой данные типа Word (два байта), при инициализации в оба регистра записываются одинаковые цифровые значения равные 57005 (ПТК УСПД ЦДП обеспечивает запись системного времени верхнего уровня АСУ ТП в регистр R1);

- устанавливается таймер T1 10 минут;

- устанавливается таймер T2 40 секунд;

- устанавливается таймер T3 10 минут;

- определяется информационный бит, отвечающий за аварийное сообщение В1, причем В1 устанавливается в единицу в случае наличия аварийного сообщения и в ноль – при отсутствии аварии передачи данных. При инициализации алгоритма В1 устанавливается в единицу;

- после предопределения переменных и при осуществлении работы на резервном канале передачи данных запускается цикл контроля резервного канала передачи данных;

- происходит сравнение значений регистров R1 и R2;

- если значения совпадают, запускается таймер T1;
- если значения не совпадают, значение регистра R1 записывается в регистр R2, счет таймера T1 сбрасывается, аварийный бит B1 устанавливается в ноль;
- если таймер T1 завершил счет, B1 устанавливается в единицу, сигнализируя об отсутствии информационного обмена между блоком сопряжения и ПТК УСПД ЦДП;
- если B1 установлен в единицу и таймер T1 завершил счет, управляющий сигнал питания модема GPRS сбрасывается и запускается таймер T2;
- если таймер T2 завершил счет, подается управляющий сигнал на разрешение питания модема GPRS, таймер T1 обнуляется;
- цикл контроля резервного канала передачи данных повторяется.

Целью реализацией алгоритма контроля работоспособности основного канала передачи данных программно-техническим комплексом верхнего уровня АСУ ТП является формирование аварийного сообщения контроллером блока сопряжения при отсутствии информационного обмена между блоком сопряжения при работе на основном канале передачи данных и переключение работы на резервный канал передачи данных при аварии основного (схема алгоритма приведена на рис. 4 Приложение Б).

Процесс передачи данных заключается в передаче ответов контроллером блока сопряжения на запросы сервера ввода вывода ПТК УСПД ЦДП в соответствии со спецификацией протокола Modbus. Данные запросы формируются на основании запросов полученных ПТК УСПД ЦДП от SCADA-системы по протоколу SuiteLink.

Для контроля осуществления информационного обмена, применяется алгоритм контроля изменения системного времени контроллера блока сопряжения.

Данный алгоритм осуществляется следующим образом:

- в специальном программном обеспечении SCADA-системы выделяются два регистра памяти R1 и R2, представляющие собой данные типа Integer

(четыре байта), при инициализации в оба регистра записываются одинаковые цифровые значения равные 57005;

- устанавливается таймер T1 60 секунд;
- определяется переменная типа Boolean, отвечающая за аварийное сообщение B1, причем B1 устанавливается в единицу в случае наличия аварийного сообщения и в ноль – при отсутствии аварии передачи данных. При инициализации алгоритма B1 устанавливается в единицу;
- после предопределения переменных запускается цикл контроля основного канала передачи данных, запускается цикл переключения на резервный канал передачи данных;
- цикл контроля основного канала передачи данных;
- происходит считывание системного времени контроллера блока сопряжения и запись полученного значения в R1
- происходит сравнение значений R1 и R2;
- если значения совпадают, запускается таймер T1;
- если значения не совпадают, значение R1 записывается в R2, счет таймера T1 обнуляется, B1 устанавливается в ноль;
- если таймер T1 завершил счет, B1 устанавливается в единицу, сигнализируя об отсутствии информационного обмена между блоком сопряжения и ПТК АСУ ТП ЦДП;
- цикл контроля основного канала передачи данных повторяется;
- начало цикла переключения на резервный канал передачи данных;
- если бит B1 установлен в единицу SCADA-система переходит на информационный обмен посредством сервера ввода вывода резервного канала передачи данных;
- пока B1 равен единице, SCADA-система поддерживает функционирование модема GPRS;
- если бит B1 установлен в ноль, SCADA-система выключает соединение модема GPRS;

– осуществляется переход к началу цикла переключения на резервный канал передачи данных.

Целью реализации алгоритма контроля работоспособности резервного канала передачи данных программно-техническим комплексом верхнего уровня АСУ ТП является формирование аварийного сообщения контроллером блока сопряжения при отсутствии информационного обмена между блоком сопряжения при работе на резервном канале передачи данных (схема алгоритма приведена на рис. 4 Приложение Б).

Процесс передачи данных заключается в передаче ответов контроллером блока сопряжения на запросы сервера ввода вывода ПТК УСПД ЦДП в соответствии со спецификацией протокола Modbus. Данные запросы формируются на основании запросов, полученных ПТК УСПД ЦДП от SCADA-системы по протоколу SuiteLink.

Данный алгоритм осуществляется следующим образом:

– в специальном программном обеспечении SCADA-системы выделяются два регистра памяти R1 и R2, представляющие собой данные типа Integer (четыре байта), при инициализации в оба регистра записываются одинаковые цифровые значения равные 57005;

– устанавливается таймер T1 10 минут;

– определяется переменная типа Boolean, отвечающая за аварийное сообщение B1, причем B1 устанавливается в единицу в случае наличия аварийного сообщения и в ноль – при отсутствии аварии передачи данных. При инициализации алгоритма B1 устанавливается в единицу;

– после предопределения переменных и при функционировании на резервном канале передачи данных запускается цикл контроля резервного канала передачи данных;

– происходит считывание системного времени контроллера блока сопряжения и запись полученного значения в R1

– происходит сравнение значений R1 и R2;

– если значения совпадают, запускается таймер T1;

- если значения не совпадают, значение R1 записывается в R2, счет таймера T1 обнуляется, B1 устанавливается в ноль;
- если таймер T1 завершил счет, B1 устанавливается в единицу, сигнализируя об отсутствии информационного обмена между блоком сопряжения и ПТК АСУ ТП ЦДП;
- цикл контроля основного канала передачи данных повторяется.

2.7 Описание процедуры.

При анализе эффективности функционирования котельных диспетчеры используют метод сравнения расходов топлива с расходом условного топлива при текущем режиме данной котельной. Каждый месяц диспетчеры рассчитывают планируемый расход топлива в зависимости от температурного прогноза.

Специальное программное обеспечение ПТК АСУ в реальном времени определяет расход условного топлива для каждой подключенной котельной. При этом системное программное обеспечение производит расчет следующих параметров:

- часовой расход тепла на отопление по формуле:

$$Q_{\text{час}} = q_0 * V_n * (T_{\text{вн}} - T_{\text{р.о}}) * 10^{-6}, \text{ МВт}$$

- годовой расход тепла на отопление по формуле:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{час}} * \frac{(T_{\text{вн}} - T_{\text{ср.о}})}{(T_{\text{вн}} - T_{\text{р.о}})} * 24 * П_о, \text{ Гдж}$$

- часовой расход тепла на вентиляцию по формуле:

$$Q_{\text{час}} = q_в * V_в * (T_{\text{вн}} - T_{\text{р.о}}) * 10^{-6}, \text{ МВт}$$

- годовой расход тепла на вентиляцию по формуле:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{час}} * \frac{(T_{\text{вн}} - T_{\text{ср.о}})}{(T_{\text{вн}} - T_{\text{р.о}})} * Z_в * П_в * 3,6, \text{ Гдж}$$

- часовой и годовой расход тепла на ГВС по формулам:

$$Q_{z\theta/cp.} = \frac{1,2 * a * m * (T_r - T_{x3})}{Z_{z\theta}} * 1,16 * 10^{-6}, \text{ MВт}$$

$$Q_{z\theta/m} = 2,4 * Q_{z\theta/cp.}, \text{ MВт}$$

$$Q_{z\theta/cp.l} = Q_{z\theta/cp.} * \frac{T_r - T_{xl}}{T_r - T_{x3}} * \beta, \text{ MВт}$$

$$Q_{z\theta/zod} = (Q_{z\theta/cp.} * \Pi_3 + Q_{z\theta/cp.l} * \Pi_l) * Z_{z\theta} * 3,6, \text{ MВт}$$

- часовой и годовой расход тепла на технологию по формулам:

$$Q_{mex}^{\text{чac}} = G * i * 1,163 * 10^{-6}, \text{ MВт}$$

$$Q_{mex} = Q_{mex}^{\text{чac}} * \Pi_{mex} * Z_{mex} * K_{mex} * 3,6, \text{ ГДж}$$

$$i = in - ik, \text{ где } \begin{array}{l} in - \text{теплоснабжение пара} \\ ik - \text{теплоснабжение конденсата} \end{array}$$

После определения полного потребления тепловой энергии происходит определение следующих параметров, которые представляются диспетчеру для анализа:

- удельный расход условного топлива:

$$v = \frac{34,12 * 100}{\text{Пбр/кот.}}, \frac{\text{кг ут}}{\text{ГДж}}$$

- годовой расход условного топлива:

$$V_{\text{усл.}} = Q_{zod} * v * 10^{-6}, \text{ тыс тунт}$$

- часовой расход условного топлива:

$$V_{\text{усл./час}} = Q_{\text{общ./час}} * v * 0,001 * 3,6, \text{ тунт}$$

- часовой расход натурального топлива:

$$V_{\text{нат./час}} = V_{\text{усл./час}} / \text{Э}, \text{ тыс.куб.м(тн)}$$

Используемые обозначения:

$t_{p.o}$ – Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления

$t_{cp.o}$ – Средняя температура наружного воздуха за отопительный период

Π_0 – Продолжительность отопительного периода

$t_{вн}$ – Средняя температура внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях

q_0 – Удельная отопительная характеристика

V_n – Наружный строительный объем здания

$P_{бр}$ – КПД брутто

\mathcal{E} – Калорийный коэффициент

Формулы взяты из методических указаний по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку теплоты отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий, одобренных научно-техническим советом Центра энергоресурсосбережения Госстроя России.

ГЛАВА 3. Применение MES-систем для управления технологическим процессом котельной

MES (сокр. от [англ.](#) Manufacturing Execution System) — производственная исполнительная система. Системы такого класса решают задачи синхронизации, координируют, анализируют и оптимизируют выпуск продукции в рамках какого-либо производства

Существует несколько формулировок определения MES систем:

1. MES - информационная и коммуникационная система производственной среды предприятия (определение APICS)

2. MES - автоматизированная система управления и оптимизации производственной деятельности, которая в режиме реального времени:

- иницирует;
- отслеживает;
- оптимизирует;
- документирует

производственные процессы от начала выполнения заказа до выпуска готовой продукции (определение MESA International).

3. MES - интегрированная информационно-вычислительная система, объединяющая инструменты и методы управления производством в реальном времени.

3.1 Стандарты MES-систем

Международная ассоциация производителей и пользователей систем управления производством ([MESA International](#)) определила в 1994 году модель MESA-11, а в 2004 году модель с-MES, которые дополняют модели и стандарты управления производством и производственной деятельностью, сформировавшиеся за последние десятилетия:

1. Стандарт ISA95, «Интеграция систем управления предприятием и технологическим процессом» («Enterprise-Control System Integration»), который

определяет единый интерфейс взаимодействия уровней управления производством и компанией и рабочие процессы производственной деятельности отдельного предприятия.

2. Стандарт ISA88, «Управление периодическим производством» («Batch Control»), который определяет технологии управления периодическим производством, иерархию рецептур, производственные данные.

3. Сообщество Открытых Приложений (Open Applications Group, OAG): некоммерческое промышленное сообщество, имеющее своей целью продвижение концепции функциональной совместимости между бизнесприложениями и разработку стандартов бизнес-языков для достижения указанной цели.

4. Модель процессов цепочки поставок (Supply-Chain Operations Reference, SCOR): референтная модель для управления процессами цепочки поставок, связывающая деятельность поставщика и заказчика. Модель SCOR описывает бизнес-процессы для всех фаз выполнения требований заказчика. Раздел SCOR «Изготовление» («Make») посвящён, в основном, производству.

3.2 Функции MES-систем

Используя данные уровней планирования и контроля, MES системы управляют текущей производственной деятельностью в соответствии с поступающими заказами, требованиями конструкторской и технологической документации, актуальным состоянием оборудования, преследуя при этом цели максимальной эффективности и минимальной стоимости выполнения производственных процессов.

Международная ассоциация производителей систем управления производством (MESA) определила одиннадцать типовых обобщенных функций MES систем:

1. Контроль состояния и распределение ресурсов (RAS). Эта функциональность MES-систем обеспечивает управление ресурсами производства (машинами, инструментальными средствами, методиками работ, материалами, оборудованием) и другими объектами, например, документами

о порядке выполнения каждой производственной операции. В рамках этой функции описывается детальная история ресурсов и гарантируется правильность настройки оборудования в производственном процессе, а также отслеживается состояние электрооборудования в режиме реального времени.

2. Оперативное/Детальное планирование (ODS). Эта функция обеспечивает оперативное и детальное планирование работы, основанное на приоритетах, атрибутах, характеристиках и свойствах конкретного вида продукции, а также детально и оптимально вычисляет загрузку оборудования при работе конкретной смены.

3. Диспетчеризация производства (DPU). Обеспечивает текущий мониторинг и диспетчеризацию процесса производства, отслеживая выполнение операций, занятость оборудования и людей, выполнение заказов, объемов, партий и контролирует в реальном времени выполнение работ в соответствии с планом. В режиме реального времени отслеживаются все происходящие изменения и вносятся корректировки в план цеха.

4. Управление документами (DOC). Контролирует содержание и прохождение документов, которые должны сопровождать выпускаемое изделие, включая инструкции и нормативы работ, способы выполнения, чертежи, процедуры стандартных операций, программы обработки деталей, записи партий продукции, сообщения о технических изменениях, передачу информации от смены к смене, а также обеспечивает возможность вести плановую и отчетную цеховую документацию. Предусматривается архивирование информации.

5. Сбор и хранение данных (DCA). Эта функция обеспечивает информационное взаимодействие различных производственных подсистем для получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных, циркулирующих в производственной среде предприятия. Данные о ходе производства могут вводиться как вручную персоналом, так и автоматически с заданной периодичностью из АСУ ТП или непосредственно с производственных линий.

6. Управление персоналом (LM). Предоставляет информацию о персонале с заданной периодичностью, включая отчеты о времени и присутствии на рабочем месте, слежение за соответствием сертификации, а также возможность учитывать и контролировать основные, дополнительные и совмещаемые обязанности персонала, такие как выполнение подготовительных операций, расширение зоны работы.

7. Управление качеством продукции (QM). Предоставляет данные измерений о качестве продукции, в том числе и в режиме реального времени, собранные с производственного уровня, обеспечивая должный контроль качества и заостряя внимание на критических точках. Может предложить действия по исправлению ситуации в данной точке на основе анализа корреляционных зависимостей и статистических данных причинно-следственных связей контролируемых событий.

8. Управление производственными процессами (PM). Отслеживает заданный производственный процесс, а также автоматически вносит корректировку или предлагает соответствующее решение оператору для исправления или повышения качества текущих работ.

9. Управление техобслуживанием и ремонтом (MM). Поддержка процесса технического обслуживания, планового и оперативного ремонта производственного и технологического оборудования и инструментов в течение всего производственного процесса.

10. Отслеживание истории продукта (PTG). Предоставляет информацию о том, где и в каком порядке велась работа с данной продукцией. Информация о состоянии может включать в себя: отчет о персонале, работающем с этим видом продукции, компоненты продукции, материалы от поставщика, партию, серийный номер, текущие условия производства, несоответствия установленным нормам, индивидуальный технологический паспорт изделия.

11. Анализ производительности (PA). Предоставляет отчеты о реальных результатах производственных операций, а также сравнивает с предыдущими и ожидаемыми результатами. Представленные отчеты могут включать в себя

такие измерения, как использование ресурсов, наличие ресурсов, время цикла производственного ресурса, соответствие плану, стандартам и другие.

Система управления производством — это связующее звено между ориентированными на хозяйственные операции ERP-системами, системами планирования цепочки поставок и деятельностью в реальном масштабе времени на уровне производственных линий и оборудования.

3.3 Положения работы MES

Положения работы MES- включают в себя:

1. Активация производственных мощностей;
2. Отслеживание производственных мощностей;
3. Сбор информации, связанной с производством от:
 - систем автоматизации производственного процесса;
 - датчиков;
 - оборудования;
 - персонала;
 - программных систем.
4. Отслеживание и контроль параметров качества;
5. Обеспечение персонала и оборудования информацией, необходимой для начала процесса производства;
6. Установление связей между персоналом и оборудованием в рамках производства;
7. Установление связей между производством и поставщиками, потребителями, инженерным отделом, отделом продаж и менеджментом;
8. Реагирование на:
 - требования по номенклатуре производства;
 - изменение компонентов, сырья и полуфабрикатов, применяемых в процессе производства;
 - изменение спецификации продуктов;

- доступность персонала и производственных мощностей;
- 9. Гарантирование соответствия применимым юридическим актам, например нормам [Food and Drug Administration \(FDA\) США](#);
- 10. Соответствие вышеперечисленным индустриальным стандартам.

3.4 Отличия MES систем от ERP

Чем отличаются MES системы от ERP систем, и почему они находятся на разных уровнях информационной структуры?

ERP системы ориентированы на планирование выполнения заказов, т.е. отвечают на вопрос: когда и сколько продукции должно быть произведено? MES системы фокусируются на вопросе: как в действительности продукция производится? и оперируют более точной информацией о производственных процессах.

Информационно-управляющая структура производственного предприятия

(Рис. 1 Приложение В)

Главное отличие MES от ERP заключается в том, что MES системы, оперируя исключительно производственной информацией, позволяют корректировать либо полностью перерасчитывать производственное расписание в течение рабочей смены столько раз, сколько это необходимо. В ERP-системах по причине большого объема административно-хозяйственной и учетно-финансовой информации, которая, непосредственного влияния на производственный процесс не оказывает, перепланирование может осуществляться не чаще одного раза в сутки.

За счет быстрой реакции на происходящие события и применения математических методов компенсации отклонений от производственного расписания, MES системы позволяют оптимизировать производство и сделать его более рентабельным.

MES системы, собирая и обобщая данные, полученные от различных производственных систем и технологических линий (нижний уровень

пирамиды), выводят на более высокий уровень организацию всей производственной деятельности, начиная от формирования производственного заказа и до отгрузки готовой продукции на склады.

MES системы реализуют связь в реальном времени производственных процессов с бизнес процессами предприятия и улучшают финансовые показатели предприятия (cash flow), включая повышение отдачи основных фондов, ускорение оборота денежных средств, снижение себестоимости, своевременность поставок, повышение размера прибыли и производительности.

MES системы формируют данные о текущих производственных показателях, включая реальную себестоимость продукции, необходимые для более качественного функционирования ERP-систем.

Таким образом, MES - это связующее звено между ориентированными на финансово-хозяйственные операции ERP-системами и оперативной производственной деятельностью предприятия на уровне цеха, участка или производственной линии.

На рис. 2 (Приложение В) представлено одиннадцать функций MES-системы и ее взаимосвязь с другими системами предприятия. Глубина связи между компонентами определяется типом продукции и производственными потребностями.

3.5 Взаимодействие MES с другими системами

Система управления производством - это связующее звено между ориентированными на хозяйственные операции ERP-системами, системами планирования цепочки поставок и деятельностью в реальном масштабе времени на уровне производства.

Некоторые функции MES в определенной степени перекрываются с другими системами, которые, в свою очередь, перекрываются между собой (рис.3). Степень их перекрытия зависит от конкретной задачи, вида отрасли и способа реализации системы.

MES - Система управления производством;
SSM - Система управления сбытом и обслуживанием;
SCM - Система управления цепочкой поставок;
ERP - Система планирования ресурсов производства;
P/PE - Система проектирование производственных процессов и продукции;
Industrial (АСУ ТП) - PLC, распределенные системы управления, средства автоматизации;

Взаимосвязь MES с другими системами предприятия(Рис. 11 Приложение В)

Так, и в MES, и в системе управления сетью поставок есть календарное планирование; функции управления трудовыми ресурсами имеются в MES, в системе управления сбытом и обслуживанием и в подсистеме управления кадрами системы планирования производства; документооборот контролируется и MES, и системой проектирования процессов и продукции; управление технологическими процессами осуществляется как MES, так и устройствами автоматизации.

3.6 Основное отличие MES от других систем

Одно из главных отличий систем MES от ERP - это управление производственными процессами в реальном времени, т.е. осуществление "ежеминутного" контроля состояния производственного процесса.

Информационная деятельность производственного предприятия заключается главным образом в переработке информации больших объемов, которая, как правило, не является критической ни с точки зрения времени обработки, ни с точки зрения техники безопасности. Десятиминутное опоздание обработки заказа для бизнеса существенной роли не играет.

Однако существует весьма ощутимая разница между требованиями к управлению информацией предприятия и требованиями к оперативному управлению производственными процессами. Очень часто время реакции на

событие характеризуется жесткими временными соотношениями (задержка в 10 мс может послужить причиной поломки оборудования и сбоя процесса) и требованиями к технике безопасности.

Кроме того, MES заполняет и другие пробелы, свойственные ERP-системам на производственном уровне. К такому выводу приходят руководители все большего числа предприятий.

3.7 Повышение качества требует внедрения MES.

Некоторые предприятия испытывают огромные трудности, сталкиваясь с такими распространенными в производстве явлениями, как возврат продукции, задержки выполнения заказов, отмена заказов в связи с низким качеством материалов, слишком большие сроки анализа причин дефектов и т.д. Для предприятий с интегрированной MES-системой все это может стать источником получения конкурентного преимущества. Объяснение весьма простое: своевременная информация - это своевременное и правильное решение.

Обеспечение высокой точности информации требует сбора данных непосредственно в момент возникновения события и как можно ближе к источнику. Чаще всего допускаются ошибки при выполнении простых и рутинных операций по вводу данных. Автоматы выполняют повторяющиеся и нетворческие операции значительно более эффективно, чем люди. Другим словами, для повышения качества производственной информации необходимо автоматизировать ввод данных в информационные системы. Имея более качественную информацию, вы можете принимать более обоснованные управленческие решения. Более того, благодаря автоматизации процесса накопления информации у руководителей производства появляется больше времени на анализ и повышение эффективности производственного процесса.

Таким образом, MES-система представляет всю необходимую и достоверную информацию нужным людям в нужное время. Любой работник организации может получить хранящиеся в различных базах данных сведения, касающиеся качества продукции, ее производства и проектирования. Также MES-система

позволяет операторам запрашивать информацию и из баз данных других отделов. В целом, MES дает службе контроля качества возможность и средства более эффективно организовывать работу внутренних и внешних потребителей и предоставлять им больший объем данных.

MES и управление документацией:

В полнофункциональной MES-системе обязательно имеются средства контроля и управления документами. Утверждение и исправление документов осуществляется посредством электронных записей о конструктивных изменениях. Оформление изменений в проектной документации в виде бумажных документов практикуется с непамятных времен. За прошедшее десятилетие объем документов, рассылаемых производственным и сборочным подразделениям, значительно возрос. Все они, как и проектные чертежи, создаются электронными системами типа CAD/CAM (САПР), текстовых процессоров, электронных таблиц, средств обработки графических изображений и создания форм и т.д.

В MES осуществляется строгий контроль версий каждого документа, который может быть связан с конкретными деталями, обрабатываемыми центрами, технологической операцией, нарядом на работу и производимым продуктом. Благодаря этому оператор оборудования или сборщик всегда будет работать с самой последней версией документа и не сможет использовать устаревшую. MES обеспечивает также управление и регулирование качества продукции документами типа руководств, актов обследования, отчетов о корректирующих действиях, планов, гарантийных документов, технологических спецификаций, сертификатов поставщика и т.д.

MES и сбор данных:

В современных производственных системах используется очень много устройств, накапливающих данные: считыватели штрих-кодов, сканеры, операторские панели, электронные контрольно-измерительные приборы и т.д. Как правило, для каждой внедряемой системы пользователи приобретают свой набор соответствующих устройств. Например, для корпоративных систем планирования производства чаще всего покупаются считыватели штрих -

кодов, позволяющие собирать информацию, связанную с выполнением наряд - заказов. Обычно они расставляются в основных точках производственного цеха и используются для регистрации начала и окончания работы операторов и сборочных рабочих.

В основном системы считывания штрих - кодов применяются для сбора информации, связанной с производственной деятельностью. Производители часто приобретают отдельные системы для накопления сведений о качестве продукции. Как правило, работа заключается в создании, заполнении и распространении различных формуляров. Хотя большинство таких систем и могут быть включены в состав вычислительной сети, значительная их доля представляет собой автономные компьютеры с ручным вводом данных.

MES-система позволяет заменить все эти обременительные ручные операции электронным накоплением производственных данных, которые могут быть переданы руководству цеха, администрации предприятия или инженерным службам.

3.8 Результаты внедрения MES

Вот только некоторые из преимуществ, которые, с точки зрения повышения эффективности производственных процессов, обеспечило внедрение MES:

- значительное сокращение длительности простоев обрабатывающих центров и повышение общей производительности;
- контролируемость производственного процесса и формирование генеалогии продукта на основе реальных производственных данных;
- устранение операций ручной регистрации данных в цеху и ввода данных в систему планирования производства, что позволяет значительно улучшить их точность и структурированность;
- интегрирование данных о качестве продукции, сведений о серии и производственной информации с автоматической их привязкой к готовому изделию;

- своевременное представление полной и точной информации о состоянии производства и запасах сырья (типа сведений о составе или ведомостей материалов) производственному персоналу, обеспечивающее повышение эффективности его работы;

- предоставление службам управления качеством, запасами и производством различной оперативной информации типа производственных сводок, данных о загрузке и простоях оборудования, объемах готовой продукции, брака, сведений о составах и данных о потреблении ингредиентов.

Уже одни эти примеры оправдывают внедрение MES. Подобные системы предоставляют производственным проектным и контролирующим подразделениям организации единый инструмент сбора, анализа и распространения данных и документов, что позволяет значительно сократить уровень расходов на техобслуживание, обучение и внедрение.

MES позволяет создавать гибкую и чуткую информационную инфраструктуру, чрезвычайно быстро реагирующую на любые изменения в продукции, производственном процессе, составе рабочей силы и содержании рабочих процедур, обеспечивая оперативность, необходимую для успешного ведения бизнеса в современных условиях высокой конкуренции.

Для руководящего персонала MES - это источник производственной информации, данных о качестве продукции и состоянии производства в целом. В то же время для операторов и рабочих сборочных цехов MES - это единый источник сведений о наряд-заказах на работу и справочной информации о наиболее эффективных методах выполнения работы, а также инструмент взаимодействия со всем предприятием в случае возникновения каких-либо вопросов или проблем.

В настоящее время MES превратились в один из ключевых элементов общекорпоративных систем. В мире такими системами уже пользуются многие компании из аэрокосмической, автомобильной, полупроводниковой, фармацевтической и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности.

3.9 MES-система Wonderware

MES-система Wonderware (ранее известная как Factelligence) позволяет собирать и обрабатывать данные, полученные из производства, за счет чего обеспечивается прозрачность производственного процесса, гарантируется актуальность и своевременность поступления производственных данных на все уровни управления предприятием.

Сбор и передача данных могут осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режиме по факту возникновения различных событий, например, начало/окончание рабочей смены, завершение производственной операции.

3.10 Оперативное получение информации.

При помощи MES-системы Wonderware в любой момент времени можно оценить состояние основных производственных ресурсов (материалов, рабочей силы и оборудования):

- получение сводок о количестве и ассортименте имеющихся материалов, составление реестра незавершенных заказов, отчеты о производственных ресурсах и рабочей силе, а также о состоянии оборудования и его текущей загрузке.

- формирование отчетов о трудовых затратах на выполнение конкретного задания или за рабочую смену; о расходовании сырья и материалов при выполнении конкретного задания, за рабочую смену или за определенный период времени; а также о загрузке единицы оборудования при выполнении одного задания, в течение рабочей смены или определенного периода времени.

- MES-система Wonderware обеспечивает автоматический без вмешательства оператора сбор данных о загрузке оборудования, что обеспечивается интеграцией со стандартными системами HMI/SCADA или непосредственно с технологическим оборудованием.

- MES-система Wonderware позволяет в любой момент времени получить информацию о состоянии производственного заказа и сроках его выполнения.
- формирование сводных данных о состоянии всех заказов, находящихся в данный момент в производстве, включая информацию о том на каком рабочем центре в данный момент выполняется заказ, его текущее состояние, маршрутно-технологическая карта и спецификация, связанные с конкретным заказом.
- информация о производительности, рабочем времени и общих сроках подготовки и завершения работы для каждой операции. В системе в режиме реального времени генерируются динамические данные о планируемом сроке завершения работы на основе обновления показателей прохождения технологического процесса.

3.11 Повышение эффективности производства.

Благодаря использованию MES-системы Wonderware сокращается общее время производственного цикла:

- система имеет встроенные средства создания и выдачи нарядов на производственные заказы. Для этой цели в MES-системе Wonderware хранится вся необходимая документация, спецификации, характеристики оборудования, а также сведения о маршрутизации нарядов на работу, что существенно ускоряет распределение заказов, в отличие от стандартных для заводских цехов методов.
- благодаря автоматизации процесса получения заказов, подготовки ресурсов, материалов и оборудования для выполнения данного заказа, высвобождающийся персонал может быть использован для решения новых задач.
- MES-система Wonderware предоставляет все необходимые средства для текущего контроля качества технологических процессов. В рамках конкретного заказа оперативно производится фиксация и учет брака, отходов или

неиспользованных материалов, что позволяет не накапливать проблемы, а решать их своевременно по мере обнаружения.

Система позволяет в режиме реального времени осуществлять контроль производительности оборудования:

- MES-система Wonderware обеспечивает персонал средствами контроля и формирования отчетов о состоянии цехового оборудования.

- уведомления о критических событиях, связанных с загрузкой оборудования, поступают диспетчерам производственных участков, а операторы имеют возможность получать сведения о причинах простоя или степени загрузки оборудования непосредственно из цеха.

- MES-система Wonderware оперирует параметром Общей Эффективности Оборудования (ОЕЕ) в качестве Ключевого Индикатора Производительности (KPI) в режиме реального времени, что помогает руководству предприятия обоснованно и во время принимать эффективные управленческие решения.

Система позволяет фиксировать фактические расходы сырья и материалов, необходимые для производства той или иной продукции, и оперативно вносить изменения в технологический процесс для улучшения результатов.

- MES-система Wonderware позволяет собирать данные для расчета фактической себестоимости заказа на основе данных о расходовании материалов, использовании рабочей силы и оборудования.

- формирование отчетов о фактических производственных затратах в сравнении с существующими нормативами.

- MES-система Wonderware имеет программные средства для оценки производственных затрат с учетом имеющихся активов. Одна из основных причин низкого качества или производительности предприятий связана с неправильным использованием имеющихся активов в производственном процессе. MES-система Wonderware формирует полный отчет о загрузке оборудования, причинах его простоев, коэффициенте использования станков в сравнении с нормативами, а также отчет о загрузке оборудования по статьям издержек (переменные, фиксированные, прямые, непрямы).

3.12 Контроль качества.

MES-система Wonderware обеспечивает возможность сбора и регистрации данных о качестве производимой продукции:

- используя функции ввода данных оператором или автоматически, для конкретного заказа или операции в MES-системе Wonderware фиксируются причины возникновения брака продукции, а также формируются отчеты для проведения анализа Парето и распределения дефектов по изделиям, заказам или виду оборудования.

- аналогичным образом, используя функции ввода данных оператором или автоматически, для каждого заказа или операции MES-система Wonderware может фиксировать причины появления отходов различных категорий.

- MES-система Wonderware позволяет регистрировать качественные параметры материалов, полуфабрикатов и готовой продукции. В дальнейшем система проводит анализ отклонений качественных характеристик от нормативов.

- MES-система Wonderware также собирает и обрабатывает данные о технологических параметрах производства в привязке к конкретному оборудованию, партии материалов или продукции, рабочим сменам. Это позволяет проводить анализ причин возникновения брака или снижения эффективности производства.

Использование MES-системы Wonderware дает возможность контроля над соблюдением необходимых норм, требований и стандартов:

- одна из целей создания MES-системы Wonderware - помочь компаниям добиться соответствия требованиям международного стандарта ISO:9000 в отношении документации и соблюдения технологии на производстве.

- MES-система Wonderware включает в себя компоненты, предназначенные для использования в отраслях промышленности, в которых необходимы аналитические отчеты о возможных сбоях и значениях Критических Контрольных Точек (НАССР).

– MES-система Wonderware соответствует всем необходимым требованиям, предъявляемым к деятельности предприятий, связанных с производством медицинских приборов, фармацевтикой и биотехнологиями.

3.13 Хранение данных.

Все данные, поступающие в MES-систему Wonderware, хранятся в специальном архиве и при необходимости могут быть легко извлечены для дальнейшей обработки и анализа:

– в системе осуществляется регистрация всех ресурсов, которые были использованы для производства конечного продукта, начиная от рабочих, которые выполняли ту или иную операцию, и заканчивая использованным оборудованием. Для осуществления текущего контроля по всем параметрам составляется сводный ресурсный отчет.

– кроме того, производится фиксация информации о расходовании всех необходимых для производства продукции сырья и материалов. В качестве стандартного отчета составляется генеалогический отчет по конкретному изделию или заказу.

– в процессе производства продукции в системе регистрируются все инспекции и проверки. Кроме того, регистрируются отклонения от стандартных значений характеристик рецептур или спецификаций, относящихся к конкретному заказу.

Ключевые преимущества:

– интеграция систем уровней ERP и MES для расширения возможностей визуализации и управления;

– сокращение сроков разработки и производственных затрат;

– повышение производительности производства и качества продукции;

– сокращение усилий, направленных на обеспечение соответствия техническим условиям и нормативам надзорных органов.

Основные характеристики:

- масштабируемые и конфигурируемые решения MES-уровня, обеспечивающие пошаговый подход к развертыванию;
- контроль и отслеживание производственных процессов, спецификаций и производительности;
- контроль и управление промежуточными запасами и незавершенным производством;
- гибкая маршрутизация процессов с контролем за соблюдением правил;
- автоматизированный сбор данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наряду с решением производственно - эксплуатационных задач внедрение современной системы управления позволяет эффективно использовать топливо во всех режимах работы котла, увеличить срок эксплуатации оборудования и сократить внеплановые ремонтные работы за счет контроля операций пуска и останова котла. Информация о работе оборудования предоставляется оператору котла в удобном виде, что позволяет быстро и эффективно реагировать на возникающие задачи по эксплуатации.

СОДЕРЖАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ

- Приложение А
- Рисунок 1 - Обобщенная схема системы контроля и управления.
 - Рисунок 2 - Состав системной платформы
 - Рисунок 3 - Платформа данных SQL Server 2005
- Приложение Б
- Рисунок 1 – Схема алгоритма контроля канала передачи данных между системой автоматизации котельной и блоком сопряжения.
 - Рисунок 2 – Схема алгоритма контроля основного канала передачи данных контроллером блока сопряжения.
 - Рисунок 3 - Схема алгоритма контроля резервного канала передачи данных контроллером блока сопряжения
 - Рисунок 4 - Схема алгоритма контроля работоспособности основного канала передачи данных программно-техническим комплексом верхнего уровня АСУ ТП
 - Рисунок 5 – Схема алгоритма контроля работоспособности резервного канала передачи данных программно-техническим комплексом верхнего уровня АСУ ТП
- Приложение В
- Рисунок 1 - Информационно-управляющая структура
производственного предприятия
 - Рисунок 2 – Функциональная модель MES
 - Рисунок 3 - Взаимосвязь MES с другими системами
предприятия