

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

**ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ
Институт энергетики и автоматизации**

В.Н. СУРИКОВ, Н.П. СЕРЕБРЯКОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

**Учебно-методическое пособие
по курсовому проектированию**

**Санкт – Петербург
2017**

ББК 32.965я7
с-900
УДК 62-5(075)

Суриков В.Н., Серебряков Н.П. Автоматизированные системы управления технологическими процессами : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию/ ВШТЭ СПбГУТД .СПб. , 2017 -46 с.

В настоящем учебно-методическом пособии изложены цели, содержание и правила оформления курсовых проектов по дисциплине “Автоматизированные системы управления технологическими процессами”.

Предназначено для студентов всех форм обучения по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств ».

Рецензенты:

Зав.кафедрой автоматизации процессов химической промышленности Санкт-Петербургского государственного технологического института(технического университета), д-р техн. наук, профессор Русинов Л.А.;

Зав.кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления Высшей школы технологии и энергетики «Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна», канд. техн. наук, профессор Сидельников В.И.

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУТД в качестве учебно-методического пособия.

Редактор и корректор Т.А.Смирнова Темплан 2017г., поз. 41

Подп. к печати . Формат 60х84/16. Бумага тип. №1. Печать офсетная.
Уч.-изд.л. 30.. Тираж 100 экз. Изд. № 41. Цена «С». Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики «Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна», 198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.

© Суриков В.Н., Серебряков Н.П., 2017
©Высшая школа технологии и энергетики СПбГУТД 2017

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами» (АСУТП) является важнейшим и завершающим этапом учебного процесса, в котором используются знания, полученные в период обучения.

В настоящем учебно-методическом пособии рассматривается содержание и правила оформления курсовых проектов.

Курсовой проект – комплексная самостоятельная работа студента, главной целью которой является проектирование современных автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами, удовлетворяющих требованиям безопасности, экологии и экономической эффективности. Рассматриваются вопросы выполнения типовых курсовых проектов по дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами».

Также целью курсовых проектов является разработка новых и модернизация существующих систем автоматизации на основе их глубокого изучения и анализа, и обоснование необходимости их улучшения, предложения по принципиальным решениям, разработка и проектирование отдельных элементов рабочей документации проектов.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ВИДОВ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ РАБОТЕ НАД КУРСОВЫМ ПРОЕКТОМ

1. Государственные стандарты (ГОСТ).
2. Строительные нормы и правила (СН и П).
3. Система проектной документации для строительства (СПДС).
4. Единая система конструкторской документации (ЕСКД).
5. Система технической документации на АСУ (СТД АСУ).
6. Единая система программной документации (ЕСПД).
7. Единая система стандартов на АСУ (ЕСС АСУ).
8. Руководящие документы (РД).
9. Руководящие методические материалы (РММ).
10. Отраслевые стандарты (ОСТ).
11. Технические условия (ТУ).
12. Технические нормативы (ТН).
13. Регламенты.

Нормативные документы, используемые при работе над курсовым проектом, приведены в Приложении 1.

2. СТАДИИ СОЗДАНИЯ АСУ

Стадии создания АСУ и содержание работ на стадиях определены ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Стадии создания:

1. Формирование требований к АСУ.
2. Разработка концепции АСУ.
3. Техническое задание.
4. Эскизный проект.
5. Технический проект.
6. Рабочая документация.
7. Ввод в действие.
8. Сопровождение АСУ.

Стандартом допускается исключать стадию «Эскизный проект» и отдельные этапы, объединять стадии «Технический проект» и «Рабочая документация» в одну стадию «Технорабочий проект». [1, 2].

3. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Тематика курсового проектирования имеет следующие основные направления:

1. Разработка новых АСУ технологическими процессами.
2. Модернизация действующих АСУТП.
3. Повышение эффективности управления технологическими процессами и производствами на базе современных способов управления и технических средств.
4. Научно-исследовательские и проектно-конструкторские разработки по заданию промышленности и кафедры АТП и П.

4. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из текстовой и графической частей. Объём текстовой части курсового проекта – до 50 страниц машинописного текста на писчей бумаге формата А4 (210х297 мм).

Графическая часть проекта включает 2-3 листа стандартного формата (в соответствии с заданием)

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В настоящем пособии рассматриваются основные разделы типового курсового проекта, посвященного разработке АСУТП.

Текстовая часть типового курсового проекта имеет следующую структуру:

1. Титульный лист (Приложение 2).
2. Задание на курсовой проект (Приложение 3).
3. Ведомость проекта (Приложение 4).
4. Реферат (Приложение 5).
5. Пояснительная записка, в составе:
 - 5.1. Содержание.
 - 5.2. Введение.
 - 5.3. Основная часть (в тексте не выделяется, содержание см. ниже).
 - 5.4. Заключение.
 - 5.5. Перечень сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов.
 - 5.6. Список использованных источников.
 - 5.7. Приложения.

Введение должно содержать оценку современного состояния уровня автоматизации рассматриваемого объекта, обоснования и исходные данные для разработки темы.

Во введении должны быть показаны актуальность и новизна темы.

Основная часть должна содержать данные, отражающие существо и основные результаты курсового проекта, перечисленные далее в этом разделе.

Содержание основной части курсового проекта определяется руководителем проекта и указывается в задании.

Основная часть пояснительной записки состоит из следующих разделов:

1. Назначение и цели создания АСУТП.
2. Анализ существующей системы автоматизации.
3. Требования к АСУТП.
4. ТЭО создания АСУТП.
5. Разработка функциональной структуры АСУТП.
6. Разработка информационного обеспечения АСУТП.
7. Выбор и обоснование КТС.
8. Разработка технической структуры АСУТП.
9. Состав программно-алгоритмического обеспечения АСУТП.

Требования к содержанию разделов основной части пояснительной записки представлены в разделе 6.

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам выполненной работы, оценку технико-экономической эффективности внедрения, оценку технического уровня разработанной АСУТП.

Список использованных источников приводится согласно

ГОСТ 7.1-2003 "Библиографическая запись. Библиографическое описание" в следующем порядке:

- 1) Автор (ф.и.о.).
- 2) Название (заглавие).
- 3) Место издания.
- 4) Издательство.
- 5) Год издания.
- 6) Количество страниц.

Графическая часть проекта должна содержать следующие схемы:

1. Функциональная структура АСУТП.
2. Техническая структура АСУТП.
3. Схемы, оформленные в виде рисунков в пояснительной записке, должны иметь описание.

6.СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

6.1. Назначение и цели создания АСУТП

Автоматизированная система управления технологическим процессом – это человеко-машинная система управления, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с принятым критерием.

Технологический объект управления (ТОУ) – это совокупность технологического оборудования и реализованного в нем по соответствующим инструкциям или регламентам технологического процесса производства.

Такое определение АСУТП подчеркивает наличие в её составе современных автоматических средств сбора и обработки информации, в первую очередь вычислительной техники ; роль человека, в системе как субъекта труда, принимающего содержательное участие в выработке решений по управлению; реализацию в системе процесса обработки технологической и технико-экономической информации; цель функционирования АСУТП, заключающаяся в оптимизации работы технологического объекта управления по принятому критерию (критериям) управления путем соответствующего выбора управляющих воздействий.

Критерий управления АСУТП – это соотношение, характеризующее качество функционирования технологического объекта управления в целом и принимающее конкретные числовые значения в зависимости от используемых управляющих воздействий. Критерием управления обычно является технико-экономический показатель (например, себестоимость выходного продукта при заданном его качестве, производительность ТОУ при заданном качестве выходного продукта и т.п.) или технический показатель (например, параметры процесса, характеристики выходного продукта).

АСУТП осуществляет управление в целом в момент протекания технологического процесса и в выработке и реализации решений по управлению с участием средств вычислительной техники и человека-оператора.

Так, например, АСУ паровым котлом должна обеспечивать контроль за состоянием энергетического оборудования, автоматическое регулирование технологических параметров, автоматическую защиту технологического оборудования, автоматическое управления оборудованием по заданным алгоритмам, технологическую и аварийную сигнализацию, дистанционное управление регулирующей и запорной арматурой, отображение, регистрацию и архивирование информации [3, 4].

6.2. Анализ существующей системы автоматизации

В случае реализации существующей на производстве системы управления на базе локальных средств автоматики следует рассматривать и анализировать системы автоматического управления (САУ) технологическим процессом. Если существующая система управления реализована на базе средств управляющей вычислительной техники (контроллеры, операторские и инженерные станции), то следует рассматривать и анализировать АСУТП.

В этом разделе необходимо:

- дать общее описание существующей системы управления и указать ее преимущества и недостатки;
- перечислить существующие контуры САУ, представить их функциональные схемы и описать принцип действия;
- охарактеризовать структуру каждой САУ (одноконтурная, каскадная, взаимосвязанная или другая) и указать их преимущества и недостатки в обеспечении требований технологического регламента;
- проанализировать качество управления основных САУ с учетом требований, предъявляемых сертификатом продукции, технологическим регламентом, режимной картой или ТУ.

Так, например, при описании системы управления паровым котлом необходимо иметь в виду следующее. Основными регулируемыми параметрами являются: давление пара на выходе из котла (регулируется изменением расхода топлива в топку котла), соотношение расходов топлива и воздуха с коррекцией по концентрации кислорода в дымовых газах (регулируется изменением расхода воздуха в топку котла), температура перегретого пара за пароперегревателем (регулируется изменением расхода охлаждающей воды (конденсата) в пароохладитель), разрежение в топке котла (регулируется изменением расхода дымовых газов), уровень воды в барабане котла (регулируется по трехкаскадной схеме изменением расхода питательной воды). [8].

В случае рассмотрения АСУТП дополнительно необходимо описать и проанализировать её техническое, информационное, математическое и программное обеспечение.

6.3. Требования к АСУТП

Общие требования к АСУ определены ГОСТ 24.104-85 и включают в себя следующие разделы:

1. Требования к АСУ в целом.
2. Требования к функциям АСУ.
3. Требования к персоналу АСУ.
4. Требования к видам обеспечения АСУ.
5. Требования к эксплуатационной документации АСУ.

6. Требования безопасности.
7. Виды и порядок проведения испытаний при вводе АСУ в действие.
8. Комплектность АСУ.
9. Гарантии.

Основные требования АСУ приводятся в техническом задании на разработку АСУ в соответствии с ГОСТ 34.602-89.

В этом разделе необходимо сформулировать следующие требования к АСУТП: требования к системе в целом, требования к функциям системы, требования к видам обеспечения.

В требованиях к системе в целом указываются требования к структуре функционированию системы (требования к числу уровней управления и степени централизации системы, требования к надежности системы и другие дополнительные требования с учетом особенностей технологического процесса).

В требованиях к функциям системы приводят перечень функций, подлежащих автоматизации, и требования по качеству реализации функций.

При разработке требований к видам обеспечения приводятся требования к техническому, математическому, информационному, организационному, программному, метрологическому и другим видам обеспечения АСУТП.

Обязательным приложением к техническим требованиям АСУТП являются:

- перечень технологических измерений, контуров регулирования, сигнализации и защиты;
- алгоритмы управления технологическим процессом и оборудованием.

6.4. Технико-экономическое обоснование создания АСУТП

В этом разделе необходимо сформулировать и обосновать принципиальные решения по модернизации существующей или созданию новой АСУТП.

Основными направлениями совершенствования существующей АСУТП являются следующие:

- 1) замена старых приборов и средств автоматизации;
- 2) установка дополнительных новых приборов и средств автоматизации;
- 3) применение новых способов управления;
- 4) применение современных программно-технических комплексов (ПТК);
- 5) переход на новый более высокий уровень автоматизации;
- 6) совершенствование информационного обеспечения;

7) совершенствование программного обеспечения.

Для экономической оценки предлагаемых вариантов АСУТП необходимо разработать таблицы входных и выходных сигналов, используемых в АСУТП.

Используя эти таблицы, требуется далее оценить стоимость вариантов АСУТП на основе информации о функциях и количестве сигналов АСУТП.

При расчете затрат на проектирование следует использовать методику, изложенную в работе [9].

Предложенные варианты могут отличаться, например, типами ПТК. Для каждого из вариантов необходимо дать исчерпывающую характеристику, включающую такие показатели, как новизна, функциональные возможности, модульность, возможность создавать распределенные системы управления, практика применения для данных объектов, надежность и т.д. По возможности необходимо оценить затраты и технико-экономические показатели предложенных вариантов.

При оценке ущерба от загрязнения окружающей среды следует использовать методику, изложенную в работе [10].

Далее в этом разделе на основе проведенного предварительного анализа возможных вариантов выбирается вариант новой или модернизированной АСУТП.

6.5. Разработка функциональной структуры АСУТП

В управлении технологическим процессом можно выделить три фазы:

- получение и первичная обработка информации;
- анализ полученной информации и принятие решений;
- реализация управляющих воздействий.

Для современных АСУТП характерно стремление автоматизировать все три фазы управления и свести к минимуму участие оператора-технолога в управлении процессом, возложив на него задачу контроля за процессом и работой автоматизированной системы в случае её отказа. Для успешного контроля за ходом процесса и эффективного выполнения функций резервирования оперативному персоналу необходима разнообразная информация.

Функции АСУТП подразделяются на информационные, управляющие и вспомогательные.

Информационная функция АСУТП – это функция системы, содержанием которой является сбор, обработка и представление информации о состоянии технологического процесса оперативному персоналу или передача этой информации для последующей обработки.

Управляющая функция АСУТП – это функция, результатом которой является выработка и реализация управляющих воздействий на технологический процесс. К управляющим функциям АСУТП относятся:

- формирование и передача на исполнительные устройства управляющих сигналов;
- определение рационального режима технологического процесса;
- выдача оператору рекомендаций по управлению технологическим процессом.

Вспомогательные функции АСУТП – это функции, обеспечивающие решение внутренних задач. Вспомогательные функции системы предназначены, прежде всего, для обеспечения собственного функционирования АСУТП (обеспечение заданного алгоритма функционирования технических средств системы, контроль их состояния, хранение информации и т.п.).

Основные функции, реализуемые в АСУТП парового котла, следующие:

- Контроль технологических параметров, а также состояний вспомогательного оборудования (механизмом и приводных электродвигателей, режимов работы регуляторов, положение запорной арматуры, процент открытия регулирующих органов и т.п.) и отображение оператору в виде текущих цифровых значений в единицах параметра или трендов(графиков).
- Регистрация параметров на рабочих станциях оператора и последующая передача их на сервер с заданной дискретностью.
- Визуальная сигнализация и текстовое сообщение оператору, а также мигающая световая сигнализация с одновременной подачей звукового сигнала об отклонениях оперативных технологических параметров котла от их нормальных значений, а также неисправностях в системе управления.

Контроллер осуществляет централизованный сбор и первичную обработку информации, необходимой для реализации всех возложенных на него функций. На этой стадии осуществляются циклический опрос всех входных каналов информации, преобразование аналоговых сигналов в цифровой двоичный код и запись этих кодов в массив ОЗУ, общий для всех функций. Для цифрового контроля по вызову из SCADA

осуществляется преобразование и масштабирование входных сигналов. На этой же стадии выполняется аппаратный контроль исправности входных цепей системы управления.

Функция регистрации аварийных ситуаций предназначена для предоставления персоналу данных о предаварийном режиме работы котла, о причинах возникновения и ходе развития аварии, о действиях персонала и автоматических устройств в аварийной ситуации. Для этой цели режим фиксируется постоянно в ходе нормальной эксплуатации блока. Сбор и обновление накопленных данных осуществляется на сервере. Там хранится информация о событиях и значениях параметров за 10-секундный интервал времени, предшествующий моменту последнего запроса. При каждом очередном запросе производятся стирание устаревшей и запись новой информации. При этом используются алгоритмы сжатия, минимизирующие объем накапливаемой информации. Фиксация аварийного режима начинается сразу после возникновения сигнала, классифицируемого системой управления как признак аварии. Функция регистрации аварийных ситуаций обеспечивает фиксацию последовательности и времени срабатывания технологических защит, положений важнейших регулирующих органов, значений технологических параметров, положений и моментов переключений всех контролируемых двухпозиционных органов. Обработка и передача информации на сервер осуществляется после окончания фиксации аварийного режима.

Функция анализа действий защит рассчитана на оперативный персонал и призвана облегчить этому персоналу ориентацию в аварийных ситуациях. Она заключается в формировании и автоматическом выводе на экран дисплея информации о первой сработавшей защите и обо всех отклонениях от заданного алгоритма выполнения операций по останову или разгрузке котла, которые производятся на оборудовании после срабатывания защиты.

Функция автоматического расчета технико-экономических показателей (ТЭП) предназначена для предоставления персоналу электростанций текущей и отчетной информации о состоянии оборудования и качестве его эксплуатации на отдельных участках технологического процесса. В состав вычисляемых ТЭП входят показатели участков котлоагрегата. Кроме вычислений, система управления поводит анализ топливоиспользования, а также анализ состояния элементов основного оборудования. Все расчеты ТЭП проводятся одновременно с ходом технологического процесса на основе данных, получаемых за различные интервалы времени непосредственно от объекта или результатов обработки информации, накапливаемой на сервере. Для непосредственного использования ТЭП в ходе управления процессом предусматривается специальный минимально возможный интервал расчета показателей (оперативные ТЭП). Для анализа качества работы оперативного персонала предусмотрен сменный (8-часовой) интервал расчета ТЭП, а для фиксации качества работы всего котла и составления

месячного технического отчета- месячный интервал.

Оптимизация процесса горения в топке котлоагрегата осуществляется для поддержания максимального значения КПД парогенератора в различных режимах нормальной эксплуатации путем воздействия на расход воздуха, подаваемого в топку. Эта функция выполняется регуляторами топлива, питательной воды, соотношения «топливо-воздух» с коррекцией по кислороду или экстремальным регулятором, реализованным в программно-техническом комплексе. При экстремальном регулировании используется значение КПД котлоагрегата, определяемое функцией расчета ТЭП.

Предусматривается, что программно-технический комплекс программными регуляторами, системами защит и блокировок может осуществлять также автоматизированный пуск-останов котла, выполняя функции автоматического регулирования, логического управления и контроля. Функция автоматического регулирования реализуется с помощью программных регуляторов и путем непосредственного цифрового управления и обеспечивает автоматическое изменение основных параметров при пуске. Программно-технический комплекс вырабатывает регулирующие воздействия для контуров с непосредственным цифровым управлением, изменяет параметры динамической настройки любых контуров регулирования в соответствии с заданным алгоритмом. Основные функции логического управления реализуются также в контроллере.

Обмен данными с вышестоящей АСУ осуществляется для передачи информации, необходимой при расчете и анализе ТЭП электростанции в целом, составления отчетной документации, а также для предоставления персоналу обобщенной информации о состоянии оборудования и ходе технологических процессов.

Приводится пример функциональной структуры АСУ ТП парового котла ТГМ-84Б, представленной в Приложении 7.

В соответствии с выполняемыми функциями в АСУ ТП можно выделить информационную и управляющую подсистемы.

Информационная подсистема решает следующие задачи:

- сбор информации с датчиков технологических параметров и состояния оборудования;
- первичная обработка собранной информации (масштабирование, фильтрация, контроль достоверности параметров);
- контроль параметров техпроцесса и расчет косвенных показателей;

- архивация данных технологического режима и формирование отчетов.

Управляющая подсистема решает следующие задачи:

- регулирование разрежения в топке и перекося температур;
- регулирование общего воздуха;
- регулирование тепловой нагрузки;
- регулирование температуры перегретого пара;
- регулирование питания и непрерывной продувки;
- программно-логическое управление оборудованием котла.

В данном разделе необходимо привести функциональные схемы АСР, представленных на функциональной структуре, разрабатываемой АСУ ТП, а также описание их работы.

В индивидуальном задании на КП может входить описание основных задач программно-логического оборудования котла.

6.6. Разработка информационного обеспечения АСУТП

Для разработки информационной модели необходимо рассчитать количество и виды входных и выходных сигналов. В качестве примера в табл. 6.1 приведен перечень сигналов для АСУТП парового котла.

В состав информационного обеспечения АСУ ТП входит описание входных и выходных сигналов, а также входных и выходных данных.

В состав описания входных сигналов входит:

- перечень входных аналоговых сигналов, включающих: наименование измеряемой величины, единицы измерения, диапазон изменения, требования к точности и периодичности измерения;
- перечень входных дискретных сигналов, включающих: наименование, разрядность и периодичность;
- перечень сигналов типа «да-нет» о наличии или отсутствии некоторого события с указанием источника формирования.

В состав описания входных данных входит перечень входных данных с указанием их наименований, а также наименования и кодовые обозначения документов или сообщений, содержащих эти данные.

В состав выходных сигналов входит: перечень выходных сигналов с указанием их наименований, назначения единиц измерения и диапазонов изменения, способа представления, пользователей информации.

В состав описания выходных данных входит перечень выходных документов с указанием их наименований.

В состав информационного обеспечения АСУ ТП, также входят мнемосхемы и видеограммы для графического изображения технологических схем и основного технологического оборудования, средств КИП и А и отображения трендов технологических процессов и состояние работы оборудования.

При выполнении КП необходимо разработать таблицы входных и выходных сигналов для подсистемы управления АСУ ТП с целью дальнейшего выбора устройств (модулей ввода/вывода сигналов) для контроллера АСУ ТП. Сигналы, применяемые в системах ПЛУ и защиты оборудования, не учитываются. Использовать только сигналы систем автоматического управления технологическим процессом.

Ниже приводятся примеры таблиц входных аналоговых и выходных дискретных сигналов (табл. 6.1-6.3) для АСУ ТП парового котла ТГМ-84Б. Номера позиций в этих таблицах взяты из функциональной схемы автоматизации котла ТГМ-84Б.

В КП АСУ ТП необходимо также представить таблицы входных дискретных и выходных аналоговых сигналов.

В задание на разработку АСУ ТП может также входить требование на разработку видеограмм или мнемосхем для отдельных участков технологического процесса в составе информационного обеспечения АСУ ТП.

Таблица 6.1

Таблица аналоговых входных сигналов

№ п/п	Наименование технологического параметра	№ позиции	Вид сигнала	Ко л- во
1	Давление пара	1/1	0-5мА	1
2	Давление пара	3/1	0-5мА	1
3	Давление мазута	4/1	0-5мА	1
4	Температура питательной воды	-	Естественны й	1
5	Давление газа	2/1	0-5мА	1

№ п/п	Наименование технологического параметра	№ позиции	Вид сигнала	Ко л- во
6	Расход газа	2/12	0-5мА	1
7	Сигнал задатчика	3д-1	0-5мА	1
8	Ток двигателя ДВ-А	6/11	0-5мА	1
9	Давление воздуха за РВП	6/12	0-5мА	1
10	Ток двигателя ДВ-Б	6/13	0-5мА	1
11	Температура уходящих дымовых газов (левый)	8/12	Естественны й	1
12	Температура уходящих дымовых газов (прав.)	8/11	Естественны й	1
13	Разрежение в верхней части топки	9/12	0-5мА	1
14	Ток двигателя Д-А	711	0-5мА	1
15	Ток двигателя Д-Б	712	0-5мА	1
16	Задание по разрежению	711	0-5мА	1
17	Расход воды непрерывной продувки	13/1	0-5мА	1
18	Уровень в барабане 519А	14/13А	4-20 мА	1
19	Расход пара 519А	14/12А	4-20 мА	1
20	Расход питательной воды 519А	14/11А	4-20 мА	1
21	Расход питательной воды 519Б	14/11Б	4-20 мА	1
22	Расход пара 519Б	14/12Б	4-20 мА	1
23	Уровень в барабане 519Б	14/13Б	4-20 мА	1
24	Задание по уровню воды	3д-519	4-20 мА	1
25	Температура пара в выходном коллекторе III ступень (правая)	18/11	4-20 мА	1
26	Температура пара за впрыском III ступень (правая)	18/12	4-20 мА	1
27	Сигнал с задатчика	3д-3А	4-20 мА	1
28	Температура пара в выходном коллекторе II ступень (правая)	16/11	4-20 мА	1
29	Температура пара в выходном коллекторе II ступень (правая)	16/11	4-20 мА	1
30	Температура пара за впрыском II ступень (правая)	16/12	4-20 мА	1
31	Сигнал с задатчика	3д-2А	4-20 мА	1
32	Температура пара в выходном коллекторе III ступень (левая)	17/11	4-20 мА	1
33	Температура пара за впрыском III ступень (левая)	17/12	4-20 мА	1
34	Сигнал с задатчика	3д-3Б	4-20 мА	1
35	Температура пара в выходном коллекторе II ступень (левая)	15/11	4-20 мА	1
36	Температура пара за впрыском II ступень (левая)	15/12	4-20 мА	1
37	Сигнал с задатчика	3д-2Б	4-20 мА	1
38	Температура пара в выходном коллекторе I ступень (левая)	11/11	4-20 мА	1
39	Температура пара за впрыском I ступень (левая)	11/12	4-20 мА	1
40	Сигнал с задатчика	3д-1Б	4-20 мА	1

Окончание Таблицы 6.1

№ п/п	Наименование технологического параметра	№ позиции	Вид сигнала	Ко л- во
41	Температура пара в выходном коллекторе I ступень (правая)	12/11	4-20 мА	1
42	Температура пара за впрыском I ступень (правая)	12/12	4-20 мА	1
	Итого			42

Количество входных сигналов с учётом 15 % резерва – 47

Таблица 6.2

Таблица входных аналоговых сигналов

№ п/п	Наименование параметра оборудования	№ позиции	Вид сигнала	Кол- во
1	Положение НА ДВ	709	4-20 мА	1
2	Положение НА ДВ	710	4-20 мА	1
3	Положение НАД	711	4-20 мА	1
4	Положение НАД	712	4-20 мА	1
5	Степень открытия питательного клапана 519Б	519Б	4-20 мА	1
6	Степень открытия клапана РППК-ДУ65 на линии впрыска	К-3А	4-20 мА	1
7	Степень открытия клапана РППК-ДУ20 на линии впрыска	К-2А	4-20 мА	1
8	Степень открытия клапана РППК-ДУ65 на линии впрыска	К-3Б	4-20 мА	1
9	Степень открытия клапана РППК-ДУ20 на линии впрыска	К-2Б	4-20 мА	1
10	Степень открытия клапана РППК-ДУ20 на линии впрыска	К-1Б	4-20 мА	1
11	Степень открытия клапана РППК-ДУ20 на линии впрыска	К-1А	4-20 мА	1
	Итого			11

Количество входных сигналов с учётом 15 % резерва – 13

Всего входных сигналов с учётом 15 % резерва – 60.

Таблица 6.3

Таблица выходных дискретных сигналов

№ п/п	Наименование оборудования	№ позиции	Вид сигнала	Кол- во
1	На пускатель МЭП	К-3А	24В	2
2	На пускатель МЭП	К-2А	24В	2
3	На пускатель МЭП	К-3Б	24В	2
4	На пускатель МЭП	К-2Б	24В	2
5	На пускатель МЭП	К-1Б	24В	2
6	На пускатель МЭП	К-1А	24В	2

Окончание Таблицы 6.3

№ п/п	Наименование оборудования	№ позиции	Вид сигнала	Кол- во
7	На пускатель МЭО НА ДВ	К-438	24В	2
8	На пускатель МЭО НА ДВ	К-16Г/А	24В	2
9	На пускатель МЭО (РНП)	НП-410	24В	2
10	На пускатель МЭО НАД	К-519А	24В	2
11	На пускатель МЭО НАД	К-519Б	24В	2
	Итого			22

Количество выходных сигналов с учётом 15 % резерва – 25

6.7. Выбор и обоснование КТС

В состав комплекса технических средств (КТС) АСУТП входят ПТК, средства автоматизации полевого уровня, шкафы управления и кроссовые шкафы, а также местные пункты управления.

Выбор ПТК

Современные АСУТП создаются с использованием микропроцессорных программно-технических комплексов, которые различаются способами технической реализации, масштабом и набором выполняемых функций. Основой технических средств ПТК являются микропроцессорные контроллеры, устройства ввода-вывода, сетевое оборудование и компьютеры в обычном и промышленном исполнении.

При выборе ПТК необходимо учитывать концепцию построения АСУТП:

1. АСУТП представляет собой систему, содержащую программируемые логические контроллеры (ПЛК) и SCADA- систему.

2. АСУТП представляет собой распределенную систему управления (PCY) или DCS (Distributed Control System).

Большинство современных АСУТП строятся на основе промышленных ПЛК + Ethernet + операторские станции + SCADA- система. Это позволяет создавать АСУТП, отвечающие в целом требованиям заказчиков. Однако при таком подходе имеются следующие недостатки: нет единой ответственности поставщика системы; всю ответственность несет системный интегратор; отсутствует реальное резервирование; невысокая скорость передачи и обработки данных.

Распределенные системы управления - это системы управления технологическими процессами с распределенным вводом/выводом информации и децентрализованной обработкой данных. В настоящее время находят применение такие PCY, как Centum CS300 (Yokogawa, Япония), Metso DNA (Metso Automation, Финляндия), Simatic PSS7 (Siemens, Германия), System800xA (ABB, Швеция). Современные PCY способны обрабатывать от сотен до тысяч и десятков тысяч сигналов, имеют высокую производительность и надежность, которая обеспечивается высоконадежной элементной базой компонентов и системами резервирования.

Современные PCY используют промышленные рабочие станции, многоканальные контроллеры, станции распределенного ввода/вывода, открытые промышленные сети (Industrial Ethernet, Profibus, CAN и др.), интеллектуальные устройства ввода/вывода, беспроводные устройства передачи информации, WEB-технологии обмена данными.

Для построения АСУТП могут использоваться ПТК на основе специализированных, моноблочных (компактных) и программируемых модульных (проектно-компонентных), а также PC-base, или PC-совместимых, контроллеров.

Среди специализированных контроллеров можно выделить контроллеры СПЕКОН, предназначенные для автоматизированного управления в теплоэнергетике, имеющие объектно-ориентированное программное обеспечение, табло и функциональную клавиатуру. На основе этих контроллеров можно создавать децентрализованные АСУ производством, распределением и потреблением тепловой энергии.

Имеется большое разнообразие моноблочных контроллеров для автоматизации небольших объектов в различных отраслях промышленности, среди которых можно выделить Simatic S7-200 («Siemens»), Simatic S7-300 («Siemens»), ТКМ 410 («ТЕКОН»), МС8 комплекса КОНТАР («МЗТА»).

При создании АСУ технологическими процессами и производствами широко используются программируемые модульные контроллеры вместе со SCADA- системами.

Широкое применение находят контроллеры фирмы Siemens, например, программируемый контроллер Simatic S7-300. Это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения АСУ низкой и средней сложности. Контроллер Simatic S7-300 широко применяется в различных отраслях промышленности благодаря наличию в своем составе: нескольких типов центрального процессора (CPU) различной производительности, различных модулей ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов, функциональных модулей, способных самостоятельно решать задачи автоматического регулирования, и коммуникационных процессоров.

Программируемый контроллер Simatic S7-400- это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения АСУ средней и высокой сложности. Контроллер Simatic S7-400 находит широкое применение в различных отраслях промышленности благодаря наличию в своем составе: нескольких типов центрального процессора (CPU) различной производительности, оснащенных встроенным интерфейсом Profibus, различных модулей ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов, функциональных модулей (FM), способных самостоятельно решать задачи автоматического регулирования, интерфейсных модулей (IM) и коммуникационных процессоров (CP) для организации последовательной передачи данных по PtP интерфейсу, а также сетевого обмена данными.

Модульная конструкция контроллера Siemens Simatic S7-400, гибкие возможности расширения, мощные коммуникационные возможности, простота создания PCY позволяют решать задачи автоматизации практически любой сложности.

В САУ котлоагрегатами и другими технологическими объектами в промышленности также находят применение контроллеры CJ1 и CS1 фирмы Omron (Япония).

Одним из перспективных направлений является создание АСУ на основе PC-base, или PC-совместимых контроллеров, которые характеризуются следующим:

- имеют классическую открытую структуру IBM PC;
- работают под управлением тех же операционных систем, которые используются в PC, например, Windows, Unix, Linux, QNX;
- программирование выполняется на тех же языках, которые используются для разработки ПО для PC.

PC-base или PC-совместимые контроллеры по сравнению с остальными обладают большей производительностью, легче стыкуются с различными SCADA, MES, ERP системами, системами управления базами данными, открыты для большинства стандартов в области коммуникации и программирования, они в среднем дешевле и проще в обслуживании.

PC-base или PC-совместимые контроллеры могут использовать программное обеспечение различных производителей, имеют больший объем памяти, чем традиционные ПЛК, возможности расширения и модернизации, а также лучшее диагностирование. Однако эти контроллеры в целом обладают избыточностью вычислительных ресурсов и функций в виду их универсальности, возможностью зависания с длительным временем рестарта, пониженной надежностью за счет множества компонентов (приложений) на платформе PC.

В промышленности находят применение наряду с зарубежными контроллерами (ADAM 4500, ADAM 5510/5511, ADAM 6500 компании «Advantech» (Тайвань), Direct Logic 470 компании «Koyo Electronics» (Япония), и отечественные: контроллеры «ТЕКОН», контроллер КРОСС-500 (ОАО «АВС ЗЭ и М»)) и др.

Линейка контроллеров «ТЕКОН» (многофункциональные контроллеры МФК, МФК 3000, МФК 1500, ТКМ 52, ТКМ 410) охватывают практически все возможные задачи от автоматизации отдельных агрегатов и установок до создания АСУ ТЭС и ТЭЦ.

Контроллер КРОСС-500 (ОАО «АВС ЗЭ и М»). Основное назначение контроллера - построение недорогих и надежных АСУ технологическими процессами различного класса (простые и сложные, медленные и быстрые) в различных отраслях промышленности. Контроллер КРОСС-500 является проектно-компонентным изделием, состав которого определяет пользователь, в зависимости от решаемых задач.

При выборе контроллера для АСУ необходимо учитывать, что PC-несовместимые контроллеры (специализированные, моноблочные и модульные) лучше учитывают требования, предъявляемые к промышленным системам управления. Они в целом более надежны. В них шире используются возможности связи с различными полевыми шинами. В этой связи они находят более широкое применение в АСУ технологическими процессами и производствами.

При выборе ПТК учитываются такие факторы, как количество и тип входных и выходных сигналов, пределы и необходимая точность измерения, метрологические характеристики, технические характеристики, область и практика применения, завод-изготовитель, доступность, наличие сервисной базы, стоимость изделия и его обслуживания, сроки и гарантии поставки,

опыт эксплуатационного персонала и др.

В курсовом проекте необходимо выбрать ПТК, работающий в непрерывном режиме эксплуатации, на основе технико-экономического сравнения двух вариантов ПТК российского и зарубежного производства.

В состав ПТК должны входить: программируемый контроллер (контроллеры) с модулями ввода/вывода входных и выходных сигналов, станция оперативного управления или программируемый терминал (терминалы), сетевое оборудование, вторичные источники электропитания, источники бесперебойного питания.

Необходимо также рассчитать необходимое количество функциональных модулей ввода и вывода в зависимости от количества входных и выходных сигналов каждого вида от объекта и количества входов и выходов соответствующего модуля ПТК (с учетом 20%- ного запаса). По этим данным разрабатывается спецификация ПТК.

В качестве примера в табл. 6.4 приведена спецификация ПТК для АСУ паровым котлом типа БКЗ на базе ПТК Simatic S7-400.

Таблица 6.4

Спецификация ПТК

Наименование	Тип	Количество
Контроллер		
Универсальная базовая стойка	UR 2-H	1
Модуль источника питания	PS 407 R	2
Модуль центрального процессора	CPU 417-4H	2
Коммуникационный модуль	CP 443-1 IT	2
Программное обеспечение для программирования контроллеров	STEP 7	1
Программатор (в формате Notebook)	Field PG	1
Станции распределенного ввода-вывода		
Станции распределенного ввода-вывода	ET 200M	8
Блок питания 24В, 5А (для питания модулей аналогового входа)	PS 307-1E	8
Интерфейсный модуль сети ProfiBus DP	IM 153-2	16
Сигнальный модуль 8 аналоговых входов (от измерительных преобразователей тока, термосопротивлений, термопар)	SM 331	7
Сигнальный модуль 8 дискретных входов	SM 321	22
Сигнальный модуль 8 дискретных выходов	SM 322	13
Коммутатор		
Коммутатор сети Industrial Ethernet	ESM ITP80	2
Рабочая станция (операторская станция)		
Промышленный компьютер 19" исполнения	SIMATIC Rack PC 840	2
Промышленный LSD монитор 18"	SCD1898	2
Операционная система	Microsoft Windows 2000 Pro Rus	2
Программное обеспечение для программирования SCADA	WIN CC	2

Выбор приборов и средств автоматизации

К приборам и средствам автоматизации относятся измерительные преобразователи (в комплекте), вторичные приборы, регуляторы, пусковая и управляющая аппаратура, исполнительные устройства (исполнительные механизмы и регулирующие органы), шкафы управления, кроссовые шкафы, пункты управления, а также вспомогательные устройства, необходимые для работы средств автоматики.

При выборе приборов и средств автоматизации учитываются такие факторы, как вид используемой энергии (пневматические или электрические), наличие выходного сигнала, пределы измерения, метрологические характеристики, область и практика применения, завод-изготовитель, доступность, цена приборов и др.

При автоматизации теплоэнергетических процессов преимущественно используются электрические приборы, а при автоматизации химических производств – пневматические приборы, в частности, исполнительные механизмы. Предпочтение отдаётся приборам, имеющим стандартные входные и выходные сигналы. Система автоматизации должна строиться на однотипных приборах одной серии или системы.

Все выбранные приборы и средства автоматизации оформляются в виде заказной спецификации приборов и средств автоматизации, которая является частью заказной спецификации оборудования и имеет стандартную форму.

Заказная спецификация приборов и средств автоматизации оформляется в виде таблицы (форма которой приведена в табл. 6.5).

Таблица 6.5

Форма заказной спецификации приборов
и средств автоматизации

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка	Код оборудования	Завод-изготовитель	Единица измерения	Кол-во	Масса единицы	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9

При большой заказной спецификации она может быть размещена в Приложении.

В заказную спецификацию включаются лишь вновь устанавливаемые приборы и средства автоматизации, либо это отмечается в колонке «Примечание».

Позиционные обозначения должны соответствовать функциональной схеме автоматизации (Приложение 7).

6.8. Разработка технической структуры АСУТП

В этом разделе разрабатывается техническая структура АСУТП, концепция построения которой определяется при разработке требований к АСУТП. В ЦБП и энергетике нашли широкое применение трехуровневые АСУТП, в которых 1-й уровень представляет собой объект управления с полевой автоматикой (датчики, регулирующие органы, исполнительные механизмы); 2-й уровень – это контроллер или контроллеры, осуществляющие формирование управляющих сигналов, сбор и передачу информации на верхний уровень АСУТП; 3-й, или верхний, уровень – это операторская станция с автоматизированными рабочими местами (АРМ) операторов-технологов.

Для организации передачи данных в АСУТП требуется выбрать физические каналы передачи данных (коаксиальный кабель, витая пара и оптоволоконный кабель) и промышленную сеть. В зависимости от области применения весь спектр промышленных сетей можно разделить на следующие уровни:

- контроллерные сети (Field level) – промышленные сети, решающие задачи по управлению процессом производства, сбором и обработкой данных на уровне промышленных контроллеров;
- промышленные сети контроллерного уровня: Profibus (Process Field Bus), ControlNet, CAN (Controller Area Network);
- сенсорные сети (сети низовой автоматики): ASI (Actuator/Sensor Interface), HART, Modbus решают задачи опроса датчиков и управления исполнительными механизмами;
- универсальные сети : LON (local Operating Network), Foundation Fieldbus, Ethernet/Industrial Ethernet.

Foundation Fieldbus представляет собой двухуровневый сетевой протокол, сочетающий черты мощной информационной магистрали для объединения РС верхнего уровня и управляющей сети, объединяющей ПЛК, датчики и исполнительные механизмы, а также позволяющий использовать программно-аппаратные средства различных производителей.

В технической структуре АСУТП должны быть представлены:

- объект управления с полевой автоматикой;
- шкафы управления с ПЛК, имеющие в своем составе CPU, память и выбранные модули ввода/вывода;
- кроссовые шкафы;
- шкафы силовой коммутации с усилителями, пусковой аппаратурой и схемами управления электроприводами;

- источники электропитания ПЛК, усилителей и пусковой аппаратуры. При разработке технической структуры АСУТП необходимо учитывать, что контроллеры могут быть подключены к шкафам силовой коммутации непосредственно либо через кроссовые шкафы.

Для верхнего уровня АСУТП требуется выбрать промышленное оборудование для организации АРМ операторов-технологов. В случае необходимости следует предусмотреть инженеринговую станцию (АРМ) и удаленные устройства ввода информации, например, из технологических лабораторий.

В составе АСУТП могут быть пункты местного управления, реализованные на промышленных терминалах. В этом случае эти устройства должны быть показаны в технической структуре АСУТП.

Шкафы управления

Шкаф управления представляет собой комплектное низковольтное устройство, обеспечивающее комплексную защиту и автоматизацию управления технологическими процессами. Шкафы управления разрабатываются на базе микропроцессорной техники с возможностью регистрации событий и параметров и интеграции в систему АСУТП.

Шкафы управления объединяют следующие функции:

- 1) резервирование питания;
- 2) управление и защита двигателей и механизмов от недопустимых режимов работы;
- 3) поддержание требуемых климатических условий в помещении с помощью приточной и вытяжной вентиляции;
- 4) управление освещением;
- 5) учет наработки оборудования, учет воды, учет электроэнергии;
- 6) диспетчеризация.

Шкаф может изготавливаться в навесном или напольном исполнении. В оболочку шкафа устанавливается съемная панель с комплектующим

оборудованием, или оборудование размещается на рамно-реечной конструкции. Дверь шкафа выполняет функцию лицевой панели. На ней располагается управляющая и светосигнальная арматура (переключатели, световые индикаторы, панель контроллера).

В шкафу предусмотрена защита электрических установок при перегрузках и коротких замыканиях.

Шкафы управления содержат источник бесперебойного питания (ИБП). ИБП предназначен только для бесперебойной работы контроллера во время отсутствия основного питания.

Шкаф может быть укомплектован GSM модемами.

Шкаф может комплектоваться по заказу другими типами оборудования. Кроме этого, в шкафах управления может размещаться следующее оборудование:

- релейные схемы управления (реле, контакторы, тепловые реле, кнопки, переключатели);
- вводные автоматические терромагнитные выключатели стационарного исполнения в качестве коммутирующих устройств;
- микропроцессорная схема управления на контроллерах;
- частотные преобразователи;
- устройства плавного пуска;
- шкафное оборудование.

При расположении оборудования в шкафах необходимо предусматривать расположение контроллеров и средств автоматизации на уровне не ниже 1000 мм от пола и не выше 1700 мм.

Шкафы управления изготавливаются с применением как отечественных комплектующих, так и комплектующих зарубежных фирм.

Кроссовые шкафы

Кроссовые шкафы предназначены для подключения полевых кабелей от объектов управления и датчиков к шкафам управления. Они содержат рельсы (DIN-рейки) с размещенными на них пружинными клеммами. С одной стороны к клеммам подключаются полевые кабели, с другой – кабели от блоков управления, размещенных в шкафах управления.

Вынесение клемм в отдельные шкафы обеспечивает ограничение доступа монтажников и наладчиков к электронной аппаратуре ПТК, что ведет, в том числе, к необходимой чистоте и порядку в шкафах управления. Установка отдельного кроссового шкафа с удобным доступом к клеммам, кроме того, повышает скорость и качество монтажа, а также позволяет при необходимости достаточно легко проводить перетрассировки входных/выходных сигналов ПТК, в том числе подключение к ПТК новых сигналов.

Шкафы силовой коммутации

Шкаф силовой коммутации представляет собой силовой шкаф, предназначен для автоматизации объектов любой сложности и назначения и позволяет обеспечить:

- коммутацию силовых цепей насосов, вентиляторов, электрозадвижек, конвейеров, электродвигателей и прочих устройств;
- работу с любым типом привода: однофазным и трехфазным, регулируемым и нерегулируемым;
- работу с любым видом пуска: прямым, звезда/треугольник, с использованием устройств плавного пуска и частотного регулирования;

- коммутацию силовых цепей автоматического включения резерва электропитания (АВР);
- электропитание однофазных и трехфазных нагрузок;
- размножение цепей сигнализации и управления (при помощи реле).

Шкаф может обеспечивать частотное регулирование двигателя, выполняет функции автоматического управления, контроля рабочих параметров, управления вспомогательным оборудованием (обогрев, освещение).

Шкаф может изготавливаться в навесном или напольном исполнении. В оболочку шкафа устанавливается съемная панель с комплектующим оборудованием или оборудование размещается на рамно-реечной конструкции.

Дверь шкафа выполняет функцию лицевой панели. На ней располагается управляющая и светосигнальная аппаратура (переключатели, световые индикаторы, панель контроллера).

В шкафу предусмотрена защита электрических установок при перегрузках и коротких замыканиях.

В шкафах силовой коммутации располагается следующее оборудование:

- релейные схемы управления (реле, контакторы, тепловые реле, кнопки, переключатели);
- вводные автоматические термоманитные выключатели стационарного и выкатного исполнения на токи от 16 до 630 А с моторными приводами в качестве коммутирующих устройств;
- контакторы для коммутации силовых цепей с механической блокировкой от одновременного срабатывания, время переключения (срабатывания) вводов от 0,05 до 0,1 с.;
- микропроцессорная схема управления на контроллерах;
- частотные преобразователи;
- устройства плавного пуска;
- шкафное оборудование.

В пояснительной записке КП необходимо представить описание работы АСУ ТП и действий оператора.

В Приложениях 8,9 и 10 приведены примеры технической структуры АСУ ТП, внутреннего вида шкафа управления и план прокладки кабельной сети.

6.9. Состав программно-алгоритмического обеспечения АСУТП

Программное обеспечение (ПО) АСУТП должно базироваться на международных стандартах, например, IEC 61131-3, и отвечать соответствующим стандартам: модульности, иерархичности,

эффективности, простоте интеграции, гибкости, надежности, живучести, унификации решений и наглядности.

ПО АСУТП делится на базовое (фирменное), поставляемое разработчиком ПТК, и прикладное(пользовательское), которое разрабатывается, как правило, разработчиком АСУТП.

Базовое ПО подразделяется на системное и инструментальное.

Системное ПО включает в себя: операционные системы, программы обмена данными, системы управления базами данных (СУБД).

Инструментальное ПО включает в себя: средства настройки базового ПО, диагностики ПТК, средства создания и отладки прикладного ПО.

Инструментальное ПО должно включать следующие программные средства:

Компоновки и генерации технических и программных средств ПТК.

Библиотеку программных модулей стандартных алгоритмов сбора и обработки информации, управления, регулирования и технологических защит.

Формирование программных модулей на основе алгоритмов, разработанных с использованием языков программирования и библиотеки стандартных программ.

Организации и обслуживания баз данных (БД).

Диагностики технического и ПО АСУТП.

Средства разработки ПО.

Прикладное ПО должно обеспечивать реализацию всех функций управления и обработки информации в соответствии с техническим заданием (ТЗ) на АСУТП.

Все типовые задачи , связанные со сбором, обработкой, передачей, хранением и представлением информации, а также с выдачей управляющих воздействий, должны программироваться на технологических языках, например IL (список инструкций), ST(структурированный текст), LD(язык диаграмм), FBD(язык диаграмм функциональных блоков) и SFC(язык графических схем).

К специальному программному обеспечению относятся SCADA-системы, используемые, как правило, в распределенных системах управления (PCY) на верхних уровнях.

Основные функции SCADA-систем следующие:

1. Сбор данных о параметрах процесса.
2. Обработка и хранение информации.
3. Графическое представление информации.
4. Сигнализация отклонения параметров технологического процесса.
5. Формирование отчетных документов.
6. Формирование команд оператора по изменению режима работы

ТОУ.

7. Автоматическое управление ходом технологического процесса в соответствии с имеющимися в SCADA-системах алгоритмами управления.

Наибольшее распространение получили следующие SCADA-системы: In Touch(США), Genesis32(США), Trace Mode(Россия), Master SCADA(Россия), КРУГ 2000 (Россия) и др.

В данном разделе в соответствии с заданием должно быть представлено описание программно-алгоритмического обеспечения разрабатываемой АСУ ТП, в состав которого могут входить алгоритмы управления, структурные схемы или алгоритмические структурные схемы регуляторов АСР.

Требования к составу программно-алгоритмического обеспечения разрабатываемой АСУ ТП определяет руководитель КП.

7. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект должен содержать текстовый и графический иллюстративный материал. Курсовые проекты выполняются по окончании изучения дисциплин, определенных учебными планами, и являются, также как экзамены и зачеты, одним из видов текущей аттестации. Курсовые проекты должны отвечать квалификационным требованиям по содержанию и оформлению.

Рекомендуется следующий порядок размещения материала в курсовом проекте (см. раздел 5).

Каждому комплекту документов курсового проекта присваивают самостоятельное обозначение, в состав которого включают базовое значение и марку. Базовое значение состоит из шифра специальности и через дефис - шифра студента. Марка курсового проекта по автоматизации состоит из буквы А и марки того производства (оборудования), для которого разрабатывается система автоматического управления, и через точку - порядкового номера документа. Например, для курсового проекта студента с шифром 98035, разрабатывающего автоматизирование котельной установки (КУ), обозначение курсового проекта будет 15.03.04-98035 АКУ.Х, где Х – порядковый номер документа.

7.1. Оформление текстовой части курсового проекта

Текстовая часть проекта выполняется машинописным способом на одной стороне бумаги. При печати на компьютере рекомендуется шрифт TIMES NEW ROMAN размером 14 пунктов, печать через полтора межстрочных интервала.

При печати оставляются поля: слева – 20 мм, справа, сверху и снизу – по 5 мм, с рамкой.

Текстовая часть курсового проекта состоит из трёх документов: ведомости проекта, реферата и пояснительной записки. Первый (заглавный) лист каждого документа имеет в правом нижнем углу основную надпись (штамп) согласно Приложению 11, остальные листы - согласно Приложению 12.

Разделы основной части пояснительной записки нумеруются арабскими цифрами.

Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер состоит из номера раздела и номера подраздела, разделённых точкой, например, 2.1.

Пункты нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер состоит из номера раздела и порядкового номера пункта, разделённых точками, например, 2.1., 2.2. и т.д.

Заголовки разделов пишутся прописными буквами, заголовки подразделов и пунктов – строчными. Заголовки не подчёркиваются. Точка в конце заголовка не ставится. Каждый раздел следует начинать с нового листа (страницы).

Страницы текстовой части курсового проекта нумеруются арабскими цифрами следующим образом. Первой страницей считается титульный лист (номер страницы не ставится), второй – задание на курсовое проектирование. Ведомость проекта, реферат и пояснительная записка, как отдельные документы, имеют самостоятельную нумерацию листов, начиная с цифры 1. Порядковый номер листа ставится в графе основной надписи (штампе).

Все единицы измерения, используемые в пояснительной записке, должны быть выражены в системе СИ по ГОСТ 8.417-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин» и быть единообразными по всему тексту записки.

Символы, входящие в формулу, выписываются в колонку под формулой после слова «где». В конце расшифровки каждого обозначения указывается его размерность.

Формулы нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы должен состоять из номера раздела и порядкового номера формулы, разделённых точкой, например, 1.2.

Номера формул проставляются справа от формул, в скобках, на одной вертикальной линии листа.

Все иллюстрации пояснительной записки (схемы, эскизы, чертежи, фотографии) именуются рисунками. Рисунки имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами. Допускается нумерация рисунков по типу формул. Название рисунка располагают после слова «Рис.», например: Рис. 5. Графики переходных процессов.

Дополнительные обозначения на рисунке приводят ниже подрисуночной надписи.

Рисунки должны располагаться сразу после ссылки на них. Таблицы размещаются после первого упоминания их в тексте. Над каждой таблицей должен быть заголовок (название), который помещается под словом «Таблица». Таблицы имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами. Для единообразия допускается нумерация таблиц по типу формул, т.е. по разделам, например, «Таблица 2.2». При переносе таблицы на следующую страницу головка таблицы не повторяется, а на следующую страницу переносится нумерация граф, и делается надпись по типу: «Продолжение табл. 4».

Распечатки с компьютера, программы и схемы алгоритмов при их объеме до трёх страниц располагаются непосредственно по тексту изложения, при большем объеме их оформляют как Приложения.

В перечень использованной литературы включаются все источники информации, использованные при курсовом проектировании. Они размещаются в порядке появления в тексте записки. При ссылке в тексте на

источник информации приводится порядковый номер по списку литературы, заключенный в квадратные скобки.

Все материалы пояснительной записки располагаются так, чтобы их можно было читать без разворота записки, либо путём поворота по часовой стрелке на 90°.

Курсовые проекты оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001.

7.2. Оформление графической части курсового проекта

Графическую часть курсового проекта условно можно разделить на чертежи и демонстрационные плакаты.

К чертежам относятся функциональные схемы автоматизации и конструктивно-технологические схемы оборудования. Чертежи выполняются в соответствии с нормативными документами методом машинной графики.

Графическая часть проекта, включающая функциональную и техническую структуру АСУ ТП, выполняется с применением AutoCAD.

Графическая часть проекта выполняется на стандартных форматах согласно ГОСТ 2.301-68 (рекомендуется формат А3) с основной надписью (штампом) по ГОСТ 21.101-93 в правом нижнем углу. Образец основной надписи приведён в Приложении 13.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ключев А.С., Таланов В.Д., Демин А.М. Проектирование систем автоматизации/ под ред. А.С. Ключева - М.: «Испо-Сервис», 2002.-148 с.
2. Ключев А.С., и др. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие/ под ред. А.С. Ключева - М.: «Альянс», 2008.- 464 с.
3. Буйлов Т.П., Доронин В.А., Серебряков Н.П. Автоматика и автоматизация производственных процессов ЦБП: учебное пособие. - М.: Экология, 1995.- 320 с.
4. Серебряков Н.П., Буйлов Г.П. Основы автоматизированного проектирования систем автоматизации в ЦБП/ ЛТИЦБП.- Л., 1990.- 35 с.
5. Суриков В.Н., Малютин И.Б., Серебряков Н.П. Автоматизация технологических процессов и производств: учебно-методическое пособие/ СПбГТУРП.- СПб., 2011.- 62 с.
6. О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87.
7. Буйлов Г.П. Автоматизация оборудования ЦБП: учебное пособие/ СПбГТУРП.- СПб., 2009.- 167 с.
8. Плетнёв Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов вузов.- М.: МЭИ, 2007.- 352 с.
9. Справочник базовых цен на разработку технической документации на АСУТП. М., 1997.-30 с.
10. Сердобинцева Е.Г., Михайлов П.Б., Ерыгина А.В. Экономические расчеты в дипломных проектах (работах) природоохранного назначения: учебное пособие.- СПб., СПбГТУРП 2010.- 61 с.
11. Учебные материалы по оформлению курсовых проектов. - <http://sampo.ru/~olle/Docs/forma%20kurs.doc>
12. Состав информационного обеспечения АСУ ТП. - <http://www.teh-lib.ru/atpip/sostav-asu-tp.html>
13. Выбор и обоснование КТС. - <http://www.dissercat.com/content/metodika-razrabotki-programmno-tekhnicheskikh-kompleksov-sm-evm-dlya-asutp>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Перечень некоторых нормативных документов, используемых при работе над курсовым проектом

1. Для чертежей, предназначенных для производства строительно-монтажных работ:

ГОСТ 21.101-93. СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.

ГОСТ 21.110-95. СПДС. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов.

ГОСТ 21.208-20.13. СПДС. Автоматизация технологических процессов. Условные обозначения приборов и средств автоматизации в схемах.

2. Для чертежей изделий, подлежащих изготовлению на предприятии:

ГОСТ 2.101-68. ЕСКД. Виды изделий.

ГОСТ 2.102-68. ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.103-68. ЕСКД. Стадии разработки. ГОСТ 2.104-68. ЕСКД. Основные надписи.

3. Общие правила выполнения чертежей:

ГОСТ 2.109-73. ЕСКД. Основные требования к чертежам. ГОСТ 2.119-73. ЕСКД. Эскизный проект ГОСТ 2.120-73. ЕСКД. Технический проект.

ГОСТ 2.301-68. ЕСКД. Форматы. ГОСТ 2.302-68. ЕСКД. Масштабы.

ГОСТ 2.303-68. ЕСКД. Линии.

ГОСТ 2.304-68. ЕСКД. Шрифты чертежные.

ГОСТ 2.307-68. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

ГОСТ 2.701-84. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ГОСТ 2.781-96. ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные.

ГОСТ 2.793-79. ЕСКД. Обозначения условные графические. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств. Общие обозначения.

4. Для текстовых документов на изделия всех отраслей промышленности и строительства:

ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы.

ГОСТ 2.113-75. ЕСКД. Групповые и базовые конструкторские документы.

ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание.

ГОСТ 8.417-81. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин.

5. Для автоматизированных систем управления (АСУ):

ГОСТ 2.702-75. Условные изображения в электрических схемах. ГОСТ 24.104-85. СТД АСУ. Автоматизированные системы управления.

Общие требования.

ГОСТ 24.301-80. СТД АСУ. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 24.302-80. СТД АСУ. Общие требования к выполнению схем.

ГОСТ 24.303-80. СТД АСУ. Обозначения условные графические технических средств ГОСТ 24.304-82. СТД АСУ. Автоматизированные системы

управления. Требования к выполнению чертежей.

ГОСТ 24.701-86. СТД АСУ. Надёжность автоматизированных систем управления. Основные положения.

ГОСТ 34.003-90. СТД АСУ. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения.

ГОСТ 34.201-90. СТД АСУ. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.

ГОСТ 34.601-90. СТД АСУ. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Стадии создания.

ГОСТ 34.602-89. СТД АСУ. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.

ГОСТ 19.002-80. Схема алгоритмов и программ. Правила выполнения.

ГОСТ 19.003-80. Схема алгоритмов и программ. Обозначения условные графические.

РД50-680-88. СТД АСУ. Автоматизированные системы управления. Основные положения.

РД50-698-90. СТД АСУ. Автоматизированные системы управления. Требования к содержанию документов.

Форма титульного листа курсового проекта

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

**ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ
Институт энергетики и автоматизации**

Кафедра АТП и П

Курсовой проект
по дисциплине

«АСУТП»

Тема:

Выполнил:
Студент группы (шифр)

Подпись

Ф.И.О.

Проверил:
Руководитель

Подпись

Ф.И.О.

Санкт - Петербург
2017

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

**ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ
Институт энергетики и автоматизации**

Кафедра АТПиП

**ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АСУТП»**

Студент _____ группа (шифр) _____

Тема проекта _____

Содержание основной части пояснительной записки

1. Назначение и цели создания АСУТП
2. Анализ существующей системы автоматизации
3. Требования к АСУТП
4. ТЭО автоматизации
5. Разработка функциональной структуры АСУТП
6. Разработка информационной модели АСУТП
7. Выбор и обоснование КТС
8. Разработка технической структуры АСУТП
9. Состав программно-алгоритмического обеспечения АСУТП

Графическая часть:

1. Функциональная структура АСУТП
2. Техническая структура АСУТП

Задание на курсовое проектирование выдано

«__» _____ 201_ г.

Срок представления курсового проекта к защите

«__» _____ 201_ г.

Руководитель _____
подпись

Исполнитель _____
подпись

Пример ведомости проекта

Ведомость проекта

№ доку-мента	Фор-мат	Обозначение	Наименование	Кол. лис-тов	Кол. экз.	При-мечание
1	A4	15.03.04.98035. АКУ.1	Автоматизация. Ведомость проекта. ТЭЦ-1 Чепецкого механического завода. Котёл ЦКТИ-75-39Ф2	1	1	
2	A4	15.03.04.98035. АКУ.2	Автоматизация. Реферат	1	1	
3	A4	15.03.04.98035. АКУ.3	Автоматизация. Пояснительная записка	50	1	
4	A4x3	15.03.04.98035. АКУ.4	Схема функциональная автоматизации	1	1	
5	A3x3	15.03.04.98035. АКУ.5	Схема структурная комплекса технических средств	2	1	
6	A3	15.03.04.98035. АКУ.6	Схема технологических защит	1	1	
7	8	70	64	8	8	20
Основная надпись (штамп) – Приложение 10						

Пример реферата

Реферат

Проект 85 с., 2 кн., 24 рис., 12 табл., 50 источников, 2 прил.

ТЭЦ-1 ЧЕПЕЦКОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ЗАВОДА, КОТЕЛ ЦКТИ-75-39Ф2, ПРОЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ, РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПАРА, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПТК СПЕКОН.

Объектом автоматизации является котел ЦКТИ-75-39Ф2 ТЭЦ-1 Чепецкого механического завода.

Цель работы – модернизация АСУТП котельной установки с детальной разработкой системы регулирования температуры свежего пара.

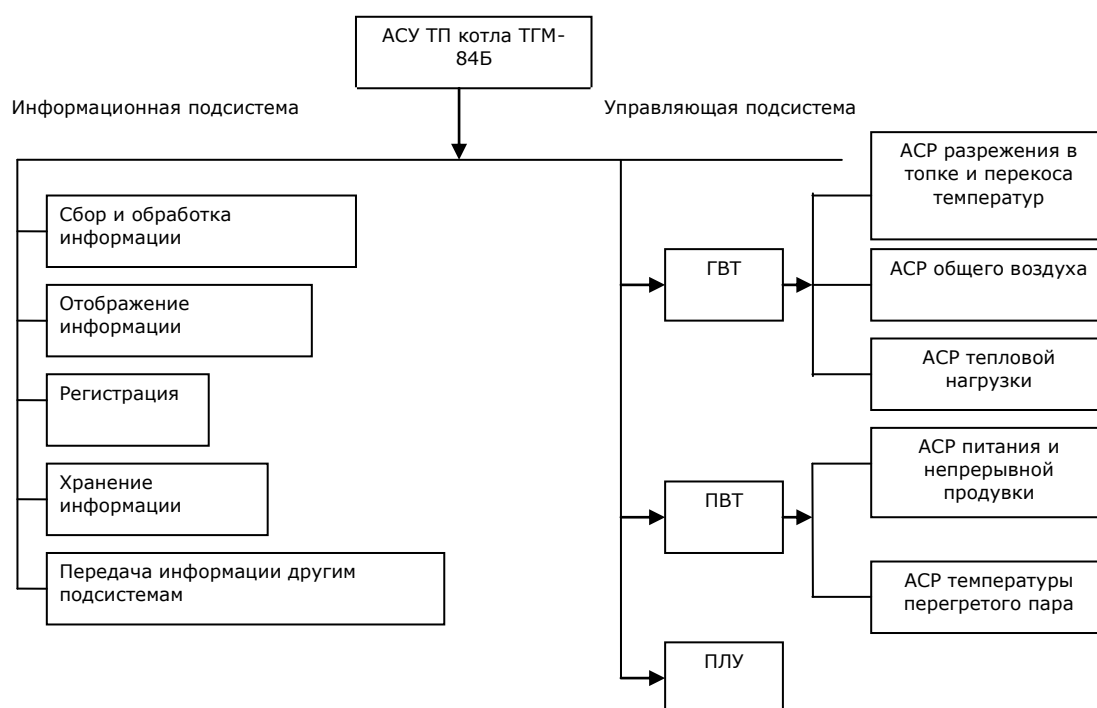
Выполнены исследования двух вариантов системы регулирования температуры пара на математической модели. Определены параметры настройки регуляторов.

В результате исследования выбран более эффективный двухконтурный вариант регулирования.

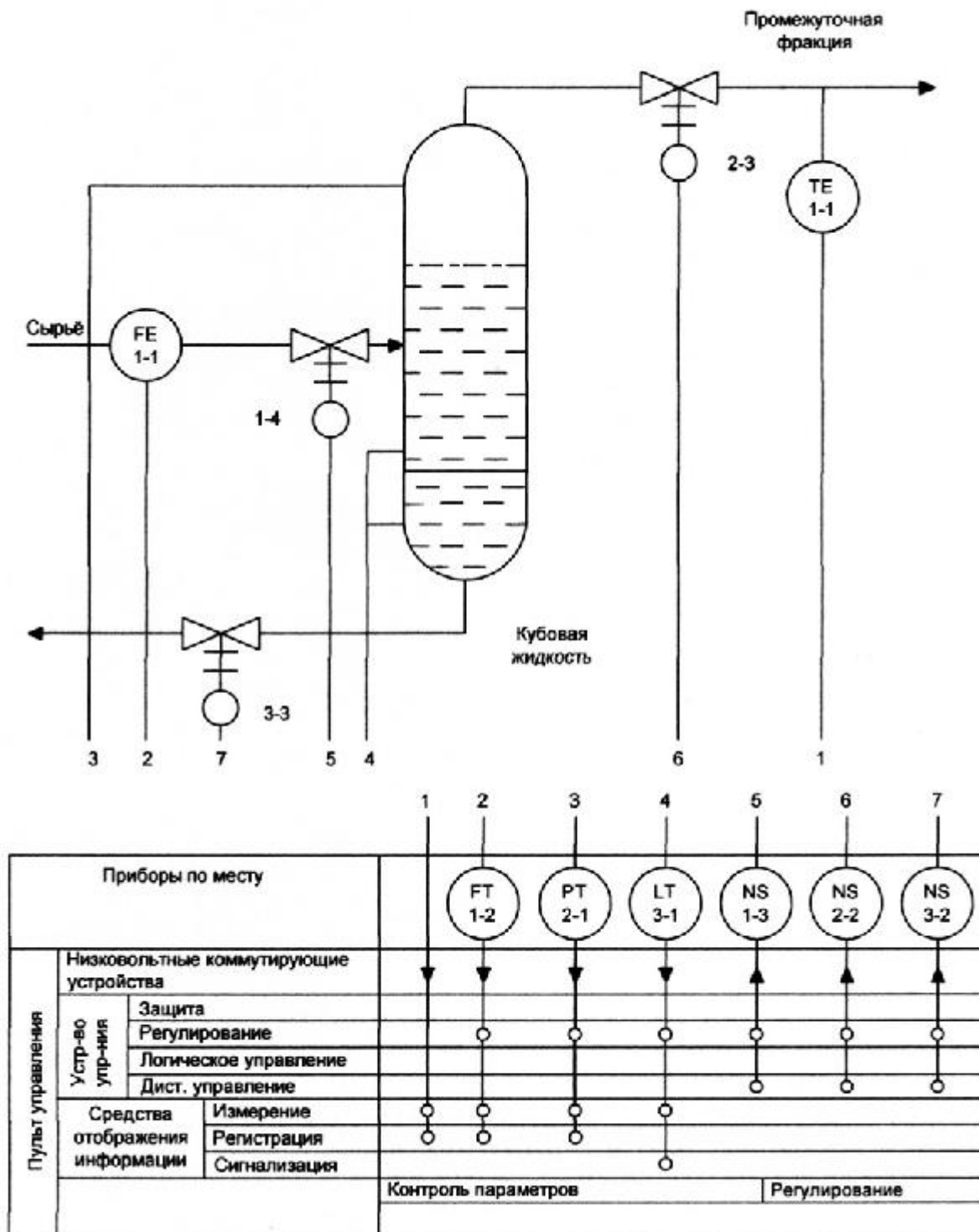
В качестве технических средств автоматизации выбран ПТК СПЕКОН.

Внедрение предполагается на котлах ст. №№12, 13 ТЭЦ-1 ЧМЗ.

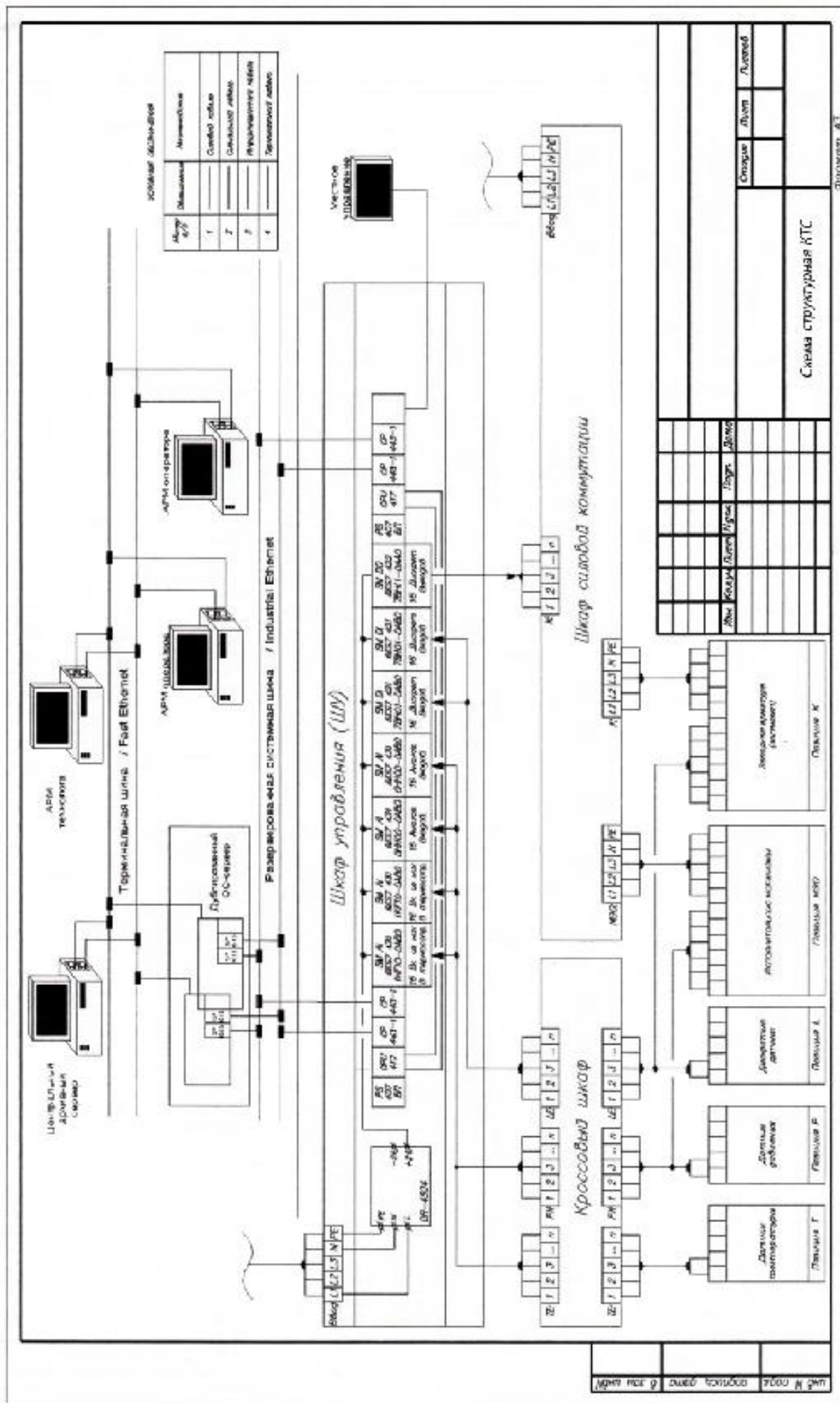
Функциональная структура АСУ ТП парового котла ТГМ-84Б



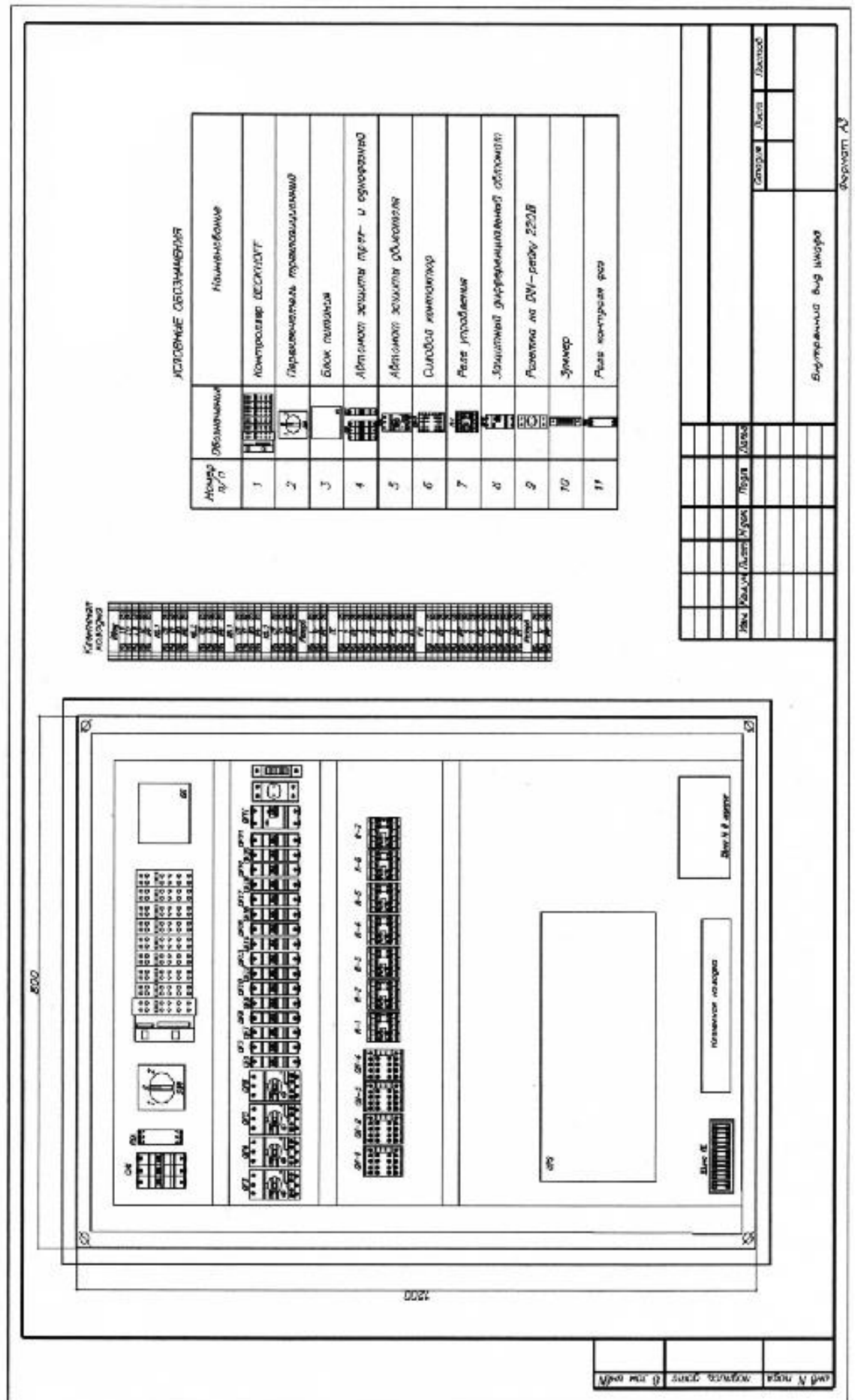
**Пример выполнения функциональной схемы автоматизации,
реализованной на программно-техническом комплексе**



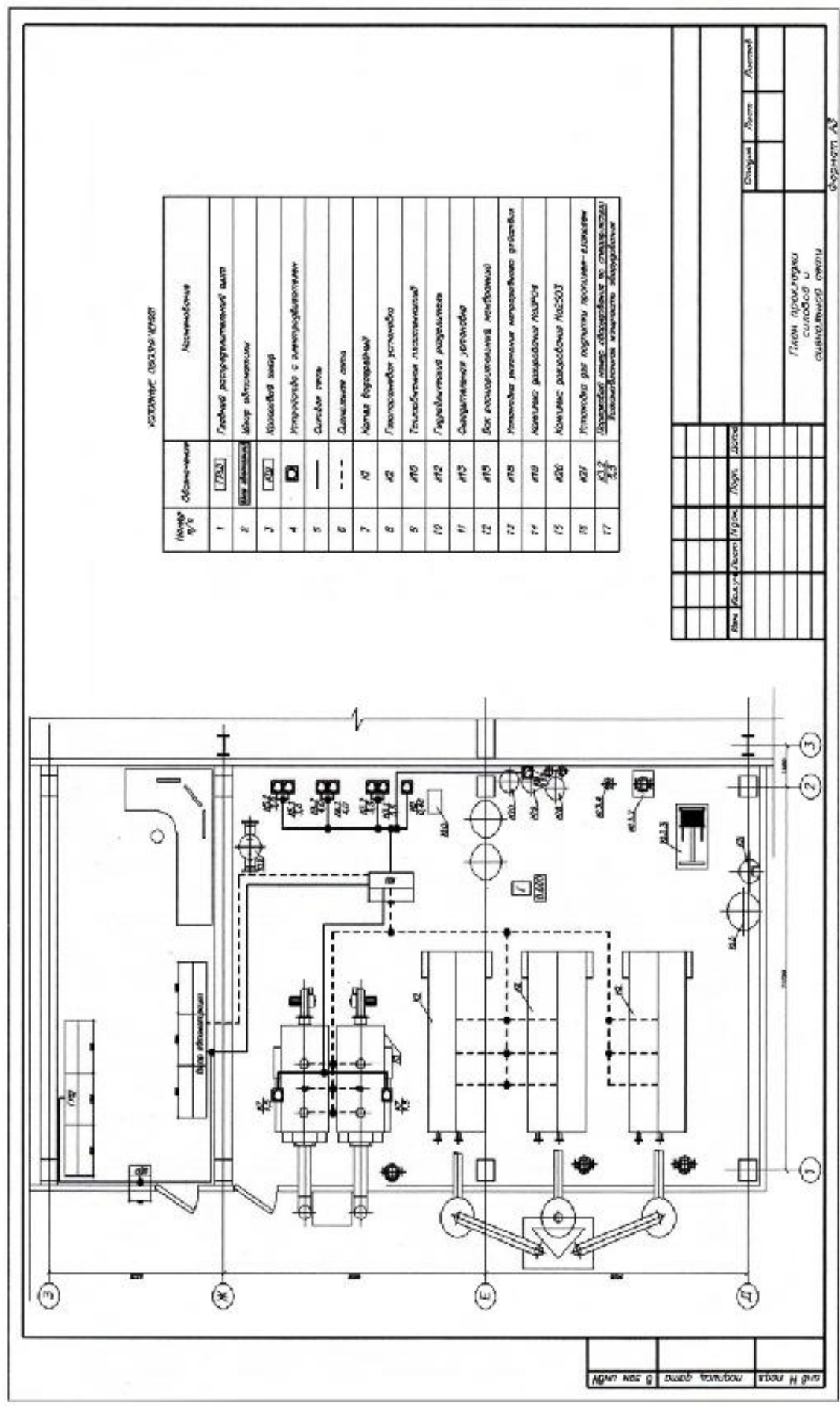
Пример технической структуры АСУ ТП



Пример внутреннего вида шкафа управления



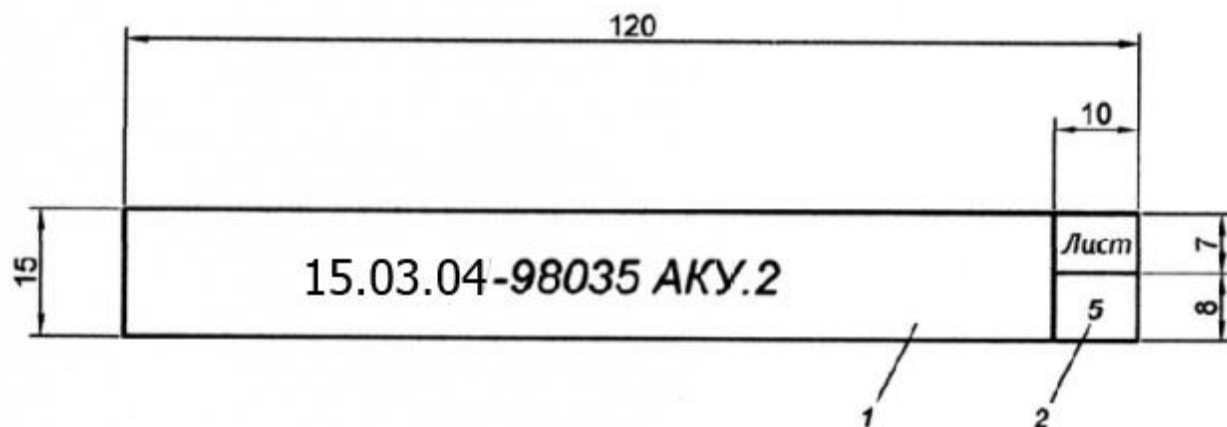
Пример плана прокладки кабельной сети



Пример основной надписи для текстовых документов (первый лист) по ГОСТ 21.101-93

185										120				
10	10	10	10	10	10	15	10							
40 15.03.04-98035 АКУ.1										ТЭЦ-1 Чепецкого механического завода Котёл ЦКТИ-75-39Ф2 Автоматизация. Ведомость проекта		Стадия	Лист	Листов
													1	n
												15	15	20
												ВШТЭ АТП и П		
												50		
Изм.	Колуч.	Лист	Издок.	Подп.	Дата									
Разраб.														
Пров.														
Н. Контр.														
Утверд.														

**Пример основной надписи для текстовых документов
(последующие листы)
по ГОСТ 21.101-93**



- 1 – обозначение документа
2 – порядковый номер листа

55

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	2
1. ПЕРЕЧЕНЬ ВИДОВ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ РАБОТЕ НАД КУРСОВЫМ ПРОЕКТОМ	4
2. СТАДИИ СОЗДАНИЯ АСУ	4
3. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ	5
4. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	5
5.СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	5
6.СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	7
6.1. Назначение и цели создания АСУТП	7
6.2. Анализ существующей системы автоматизации.....	8
6.3. Требования к АСУТП.....	8
6.4. Техничко-экономическое обоснование создания АСУТП.....	9
6.5. Разработка функциональной структуры АСУТП.....	10
6.6. Разработка информационного обеспечения АСУТП.....	13
6.7. Выбор и обоснование КТС	19
6.8. Разработка технической структуры АСУТП	24
6.9. Состав программно-алгоритмического обеспечения АСУТП.....	276
7. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	29
7.1. Оформление текстовой части курсового проекта	29
7.2. Оформление графической части курсового проекта	31
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	32
ПРИЛОЖЕНИЯ	343

Учебное издание

Валерий Николаевич Суриков
Николай Павлович Серебряков

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию

Редактор и корректор Н.П. Новикова Техн. редактор Л.Я. Титова Темплан 2012г., поз. 60

Подп. к печати 12.12.12. Формат 60x84/16. Бумага тип. №1. Печать офсетная. Уч.-изд.л. 2,75. Усл.печ.л. 2,75. Тираж 100 экз. Изд. № 60. Цена «С». Заказ

Ризограф «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА», ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ
ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ, 198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.

