

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)

Д. А. Рождественский

**МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
НА ГРУППОВОЕ ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ
ПО ТЕМАМ
«РАЗРАБОТКА МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ»
И
«КОМПЛЕКСНАЯ РАЗРАБОТКА АСУТП»**

Учебное пособие

Томск – 2006

Рецензенты:

Профессор Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники,
гл. специалист ЗАО «Элеси» **А. Г. Гарганеев**;

Рожественский Д. А.

Методическое руководство на групповое проектное обучение по темам «Разработка микропроцессорных устройств» и «комплексная разработка АСУТП» : учеб. метод. пособие / Д. А. Рожественский. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2006. – 141 с.

© Рожественский Д. А., 2006
© Том. гос. ун-т систем упр. и
радиоэлектроники, 2006

Содержание

1. Введение	5
1.1. Структура методического пособия	5
1.2. Общие правила обучения в ГПО	5
1.3. Краткий обзор темы «Проектирование и разработка АСУТП»	11
1.4. Одним из направлений данной темы является проектирование и создание лабораторных учебных комплексов по изучению АСУТП. ...	12
2. Первая глава – Разработка микропроцессорных устройств.....	13
2.1. Изучение теории по микропроцессорным устройствам:	13
2.2. Контроллер - типовое микропроцессорное устройство для систем управления.....	17
2.3. Функциональная структура современного контроллера для распределенных производств	18
2.4. Обзор типового контроллера систем управления «УстиМ»	30
3. Вторая глава – проектирование и Разработка АСУТП.....	34
3.1. Лекции по АСУТП	34
3.2. Перечень SCADA-систем.....	73
3.3. Лаборатории АСУТП.....	84
3.4. Цели и задачи научных исследований на групповое проектное обучение по теме «Разработка АСУТП».....	90
Приложение №1 Курсовые работы по первой теме ГПО –разработка контроллеров.....	94
Методические указания по выполнению курсового проекта №1	94
Методические указания по выполнению курсового проекта №2	94
Типовое задание выполнение этапов	94
Требования к выполнению этапов	94
Требования к оформлению отчета по курсовому №2	96
Варианты заданий по курсовому №2	96

Методические указания по выполнению курсового проекта №3	98
Приложение №2 Курсовые работы по второй теме ГПО –разработка АСУТП.....	99
Методика по выполнению курсовой работы №1	99
Методика по выполнению курсовой работы №2.....	109
Методические указания к выполнению курсовой работы №3	118
Приложение№3 Глоссарий АСУТП.....	124
Приложение №4 Список литературы.....	133
Список литературы для самостоятельного изучения.....	133
Интернет ресурсы.....	140

1 Введение

1.1 Структура методического пособия

- Введение – общие правила обучения в ГПО, краткий обзор пособия
- Первая глава – методика обучения в группе «Разработка микропроцессорных устройств»
- Вторая глава – методика обучения в группе «Проектирование и разработка автоматизированных систем управления технологическим процессом»
- Приложения – дополнительный материал, вынесенный из первых двух глав для повышения читаемости материала

1.1. Общие правила обучения в ГПО

Обучение в ГПО с 3 по 5 курс заочное с отчетностью два раза в месяц, которая проводится в часы преподавателя для индивидуальных занятий по ГПО и в рамках дисциплин преподавателя:

- весенний семестр «Микропроцессорные устройства в системах управления» у студентов 3 курса
- осенний семестр в рамках курса «Автоматизированные комплексы распределенного управления» у студентов 5 курса и курсовая работа «Микропроцессорные устройства в системах управления» у студентов 4 курса

Прохождение преддипломной практики и дипломирования осуществляется в 18 отделе ФГНУ НИИАЭМ

Поощрения и взыскания

Действует рейтинговая система — в каждом семестре студент имеет возможность набрать 120 б. Баллы набираются на контрольных точках (два раза в месяц всего 8 точек по 15 баллов).

Внимание! Задержка сдачи контрольной точки влияет на ее максимальную оценку:

- Задержка до 1 недели - 75% от 15 баллов,
- Задержка до 2 недель 50% от 15 баллов,
- Задержка до 3 недель 25% от 15 баллов,
- Задержка до 4 недель 0% от 15 баллов.

Невыполненное задание добавляется к следующему.

По результатам семестра выставляется дифференцированный зачет.

Студенты набравшие:

- 100 и более баллов получают оценку «5» и денежное поощрение от кафедры (или от коммерческой реализации продукта их деятельности)
- 80-100 баллов получают оценку «4»
- 60 - 80 баллов получают оценку «3» и индивидуальное задание на каникулы. Данное задание они должны сдать не менее чем на 12 баллов(хор) на первой контрольной точки в следующем семестре. В случае невыполнения данного условия студент отчисляется из ГПО.
- набравший менее 60 баллов студент отчисляется из ГПО.

Внимание! Для более быстрого выявления случайных людей поступивших на ГПО, на четвертой контрольной точке(середина семестра) студенты набравшие менее 30 баллов отчисляются из ГПО.

Таблица 1.1 Общий план работ по ГПО

Семестр	Виды работ	Цели и задачи	Отчетность
5	Изучение методического пособия "Микропроцессорные устройства в системах управления" и настоящего пособия, выполнение контрольных и индивидуального задания по ГПО	Освоение теории микропроцессорных устройств, выполнение типового инд. задания, целью которого является определение индивидуальных предпочтений и способностей студента	Контрольные, защита инд. задания
6	Помещение части лекций МУСУ (определяется индивидуально), выполнение курсового ГПО №1, лабораторные со студентами по курсу МУСУ	Освоение на лекциях нового материала, который не вошел в изученное методическое пособие «МУСУ», выполнение лабораторных работ по данному курсу, выполнение курсового №1 по теме ГПО	Защита курсового №1, сдача экзамена МУСУ

Окончание таблицы 1.1

7	Выполнение курсового ГПО №2 и индивидуальных лабораторных работ в лаборатории ГПО	Продолжение работы (курсовой №2) подготовка доклада и статьи, а также расширение практических навыков на стендах в лаборатории ГПО	Защита курсового №2, доклад на конференции и статья в печать
8	Изучение методического пособия "АКРУ", выполнение курсового ГПО №3	Освоение теории АСУТП, практические результаты работ по теме ГПО, доклад и статья	Сдача зачета АКРУ, Защита курсового №3, доклад и статья
9	Помещение части лекций АКРУ (определяется индивидуально), лабораторные со студентами по курсу АКРУ, практические результаты	Освоение на лекциях нового материала, который не вошел в изученное методическое пособие «МУСУ», опытные образцы работы – участие на выставке,	Защита инд. по теме диплома, участие на выставке
10	Преддипломная практика и дипломирование	подготовка к промышленному изготовлению, оформление диплома	участие на выставке, защита диплома

В приложении А и В приведены методические рекомендации по выполнению курсовых работ №1-№3 отдельно по каждой теме ГПО.

Весь материал пособия и задания на курсовые работы построены на личном 10-ти летним опыте автора по разработке и внедрению устройств и систем автоматизированного управления технологическими процессами в различных областях –нефти- и газодобыча, предприятия ЖКХ(водозабор, водоочистка, котельные и т.д.)Краткий обзор темы «Разработка микропроцессорных устройств)

Данная тема ориентированна на студентов схемотехников.

В настоящее время сложный расчет аналоговых и дискретных систем практически не требуется, так как экономически и технически выгодно брать уже готовые модули с интегрированной обвязкой (АЦП,ЦАП, интерфейсные модули, модули источников питания).

Задания данной темы в основном посвящены разработке промышленных программируемых логических контроллеров(ПЛК) для АСУТП.

Например: «Разработка модульного промышленного контроллера для беспроводной телеметрии объектов в системах АСУТП с возможностью удаленного перепрограммирования»

Как следует из практического опыта наиболее специфичным и востребованным на сегодняшний день в АСУТП является оборудование среднего уровня – промышленные контроллеры.

Это обуславливается тем, что уровень датчиков и верхний уровень несущественно меняются при автоматизации различных структур производства , чего нельзя сказать о среднем уровне контроллеров, который сильно зависит от структуры и особенностей АСУТП, причем не только на программном, но и на аппаратном уровне.

Рынок средств автоматизации среднего уровня очень насыщен. Поэтому для разработки собственных контроллеров необходимо иметь веские причины: либо устройство аналогично существующим на рынке, но с

меньшей ожидаемой стоимостью, либо устройство обладает уникальными возможностями.

Перед созданием нового промышленного контроллера, необходимо изначально оценить историю развития и современное состояние рынка контроллеров.

После этого необходимо выделить требования к современному контролеру с различных точек зрения: заказчик, обслуживающий персонал, разработчик, системный интегратор.

Основные этапы выполнения ГПО по данной тематике:

- 1 изучить теорию и практику МУСУ
- 2 четко определить задание
- 3 произвести качественный анализ аналогов в Интернете с рассмотрением внутренних решений(на базе каких модулей они выполнены), в результате выделить положительные и отрицательные функции аналогов
- 4 Сформировать идеальный конечный результат (ИКР)=сумме всех желаний заказчика и всех лучших характеристик из существующих аналогов,
- 5 Выделить противоречия в реализации ИКР. В Основном это взаимоисключающие характеристики, затем с помощью алгоритма решения противоречий наметить пути их решения. Произвести анализ путей решения
- 6 выбрать модули и создать схему (корпус, связь с внешним миром, стандарты и сертификаты)
- 7 разработать программы всех интеллектуальных блоков и узлов
- 8 изготовление опытного образца - отладка
- 9 разработка программы конфигурирования пользователем
- 10 ПНР и опытная эксплуатация партии

11 Подготовка документации и рекламная компания для серийного выпуска устройства

1.2 Краткий обзор темы «Проектирование и разработка АСУТП»

Данная тема ориентированна на студентов системотехников.

Задания этой темы посвящены созданию и внедрению комплексных автоматизированных систем управления технологическим процессом.

Основные этапы выполнения ГПО по данной тематике:

- 1 Изучить теорию и практику АКРУ
- 2 Провести детальное изучения автоматизируемого технологического процесса
- 3 провести предпроектное обследование предприятия
- 4 провести анализ аналогичных АСУТП по заданной теме
- 5 Сформировать идеальный конечный результат (ИКР)=сумме всех желаний заказчика и всех лучших характеристик из существующих аналогов,
- 6 Выделить противоречия в реализации ИКР. В Основном это взаимоисключающие характеристики, затем с помощью алгоритма решения противоречий наметить пути их решения. Произвести анализ путей решения
- 7 разработать проект АСУТП (согласно требований ГОСТ и СНИП), который включает:
 - анализ выбора оборудования АСУТП на всех уровнях
 - чертежи и схемы соединений и установки оборудования АСУТП
 - разработка алгоритмов программ контролеров и методика конфигурирования всех интеллектуальных приборов системы
 - разработка АРМ оператора в SCADAсистеме
- 8 Реализация проекта и ПНР АСУТП на объекте

9 Подготовка документации и рекламная компания для тиражирования данного проекта

1.3 Одним из направлений данной темы является проектирование и создание лабораторных учебных комплексов по изучению АСУТП.

Бурное развитие автоматизированных систем управления технологическими процессами в различных отраслях предъявляет специфические требования, как к обслуживающему персоналу данных систем, так и к их разработчикам. Для подготовки специалистов в области АСУТП в технических ВУЗах все актуальнее встает вопрос о подготовке специалистов в этой области и введению в учебный процесс курсов по изучению систем автоматизации. Если теоретические дисциплины можно изучать без лабораторных работ, то проблемы и решения в области АСУТП невозможно освоить без навыков работы с данными системами. От уровня лабораторий используемых в учебном процессе существенно зависит качество инженерного образования, востребованность специалистов, и в значительной степени эффективность использования новых функциональных возможностей АСУТП.

2 Первая глава – Разработка микропроцессорных устройств

2.1 Изучение теории по микропроцессорным устройствам:

2.1.1 Назначение и области применения микропроцессорных устройств

- Предмет, объект, метод, цели и задачи дисциплины "Микропроцессорные устройства в системах управления".
- Первые определения и понятия. Контроллер, промышленный компьютер, микропроцессор, микроконтроллер, микропроцессорный комплект и т.д.
- Назначение и области применения микропроцессорных устройств: товары народного потребления, промышленность, АСУТП и т.д.
- Представление информации в микропроцессорных системах
- Последовательный и параллельный способ представления информации

2.1.2 Микропроцессор. Архитектура.

- Основные части микропроцессорного устройства;
- Определение и назначение процессора.
- Обзор и характеристики архитектур микропроцессоров;
- Микропроцессор. Определение, типовой состав;
- Принцип действия и внутреннее устройство микропроцессоров;
- Назначение составных частей микропроцессора;
- АЛУ. Определение, функции, основные операции, выполняемые в АЛУ.
- Системы памяти, интерфейсы, периферийные устройства и контроллеры ввода-вывода. Форматы данных, способы адресации (ад-

ресные пространства), система команд (группы команд), длительность исполнения команд;

- система прерываний, защита данных.

2.1.3 Память в микропроцессорных системах

- Память в микропроцессорных системах – определение, назначение, классификация;
- Основные характеристики полупроводниковой памяти;
- Типы микросхемы оперативных запоминающих устройств (ОЗУ);
- Типы микросхем постоянных запоминающих устройств (ПЗУ);
- Буферная и стековая память в микропроцессорных устройствах.

2.1.4 Интерфейсные устройства ввода/вывода информации в микропроцессорных системах.

- Последовательный и параллельный способ передачи информации. Определение, характеристики, примеры;
- Структура и принцип работы параллельной шины;
- Режимы обмена между микропроцессорными устройствами: дуплексный, полудуплексный и симплексный;
- Реализация и применение синхронной и асинхронной последовательной передачи данных;
- Алгоритм работы асинхронной последовательной передачи данных.

2.1.5 Внутренняя структура современного микроконтроллера

- Краткая история микропроцессоров
- Основные характеристики микропроцессоров
- История архитектур. Основные черты RISC и CISC концепции построения микроконтроллера;

- Структура и назначение основных блоков современного микроконтроллера
 - Вычислительный блок;
 - Память программ и данных;
 - Порты ввода/вывода;
 - Периферийные устройства: таймеры/счетчики, аналого - цифровой преобразователь, аналоговый компаратор, параллельный и последовательный порт;
- Режимы пониженного энергопотребления микроконтроллера.

2.1.6 Классификация микроконтроллеров

- Четырехразрядные микроконтроллеры;
- Восьмиразрядные микроконтроллеры;
- Шестнадцати- и тридцати разрядные микроконтроллеры;
- Процессоры цифровой обработки сигналов.

2.1.7 Программное обеспечение микропроцессоров

- Общие принципы разработки программного обеспечения МП;
- Компиляторы и программаторы;
- Инструментальные средства разработки и отладки программ для микроконтроллеров: внутрисхемные эмуляторы, программные симуляторы, платы развития(оценочные платы), мониторы отладки, эмуляторы ПЗУ.
- Особенности программирования RISC-микроконтроллеров.
- Программирование простых процедур управления внешними устройствами.
- Программирование последовательного канала без использования прерываний. Исследование системы прерываний.
- Программируемый таймер.

- Программирование последовательного канала с использованием прерываний.

2.1.8 Критерии выбора микропроцессора

- Основные системные и функциональные требования;
- Система и выполнение команд;
- Характеристика поставщика и производителя;
- Критерии оценки при выборе микропроцессора: технические характеристики, эксплуатационные характеристики, потребительские свойства.

2.1.9 Классификация и анализ современного состояния рынка микроконтроллеров на примере наиболее ярких представителей.

- Восьмиразрядные RISC микроконтроллеры: Atmel, Microchip, Scenix, Ангстрем;
- Восьмиразрядные CISC микроконтроллеры: Motorola, Zilog, Samsung;
- Шестнадцатиразрядные микроконтроллеры фирм Hitachi и Advanced Micro Devices.

2.1.10 Школа цифровой обработки сигналов

- Типовой состав системы на базе цифрового процессора обработки сигналов (ЦПОС).
- Достоинства цифровой обработки сигналов в измерительных приборах
- Особенности процессоров цифровой обработки сигналов

2.1.11 Современные промышленные интерфейсы

- Проводные интерфейсы: SPI, RS485, RS232, USB, MicroLaN
- Беспроводные интерфейсы: GSM, GPRS, GPS, WiFi, RF(433МГц)
- Промышленные протоколы: modbus, Can

2.1.12 Проектирование микропроцессорных систем

- Уровни представления микропроцессорной системы.
- Ошибки, неисправности, дефекты на всех стадиях жизненного цикла микропроцессорной системы.
- Этапы проектирования микропроцессорных систем. Функции и задачи, решаемые на каждом этапе. Источники ошибок при проектировании.
- Функции и средства отладки микропроцессорной системы
- Комплексная отладка микропроцессорных систем..

2.2 Контроллер - типовое микропроцессорное устройство для систем управления

Контроллер - устройство, предназначенное для получения в реальном времени информации с датчиков, преобразования ее и обмена с другими компонентами системы автоматизации (компьютер оператора, монитор, база данных и т.д.), а также для управления исполнительными механизмами.

Контроллеры реализованы на базе микропроцессорной техники и работают в локальных и распределенных системах управления в реальном времени в соответствии с заданной программой.

В основные задачи контроллера входит:

- Измерение, опрос и управление оборудованием
- Первичное преобразование результатов измерения;
- регистрация событий;
- ведение среднeminутных, -часовых и др. архивов.
- поддержка высокоуровневого протокола связи с центральным пунктом, обеспечивающего быструю и гарантированную доставку информации;
- автономная и бесперебойная работа с защитой данных;

- диагностика технических средств и защита технологического оборудования от последствий отказов;
- организация замкнутых, локальных контуров управления, для обеспечения надежности и уменьшения времени реакции системы на критичных участках: защиты, регулирования, логического управления и пр.

2.3 Функциональная структура современного контроллера для распределенных производств

На основании обзора литературы и опыта внедрений, и ориентируясь на ГОСТ, приведем типовую функциональную структуру контроллера для распределенных объектов, она состоит из блоков:

Данная структура предназначена для выявления всех типов функций и блоков необходимых для рассматриваемого класса контроллеров.

• Внутренний блок

— блок управления

- тип микропроцессора (RISC, CISC)
- (макс)Производительность(инструкций/секунду) критерием производительности является количество тактовых циклов, требуемое для выполнения задачи (Для справедливого сравнения лучше закодировать одинаковую программу и сравнить полное число выполненных тактовых циклов и использованных байтов)
- рабочая частота
- (макс)Разрядность (АЛУ);
- работа в реальном времени (гарантированное время реакции на внешние события)
- наличие и тип ОС (Linux, Windows CE, Windows, DOS, QNX)

— Блок памяти: Объем и типы энергонезависимой памяти программ, данных. Объем ОЗУ.

— вспомогательный блок: watchdog, часы, датчик температуры.

- **Блок связи с нижним уровнем (блоки ввода-вывода)**

— Аналоговые входы

- Кол-во и типы входов (Кол-во 0-20мА, Кол-во 0-10В, кол-во прочих)
 - U_{\max} (Программная настройка внутри диапазона)
- Разрядность АЦП
- F_{\max}
- Наличие ФНЧ
- Фильтр синфазной помехи
- Индикация значений по входам на контроллере
- Индикация аварий по входам на контроллере
- Наличие гальваноизоляции (указать кол-во каналов в группе, Кол-во каналов с общей землей, защита от перенапряжения(стабилитрон, варистор), защита от переполюсовки)

— Аналоговые выходы

- Кол-во и типы входов (Кол-во 4-20мА, Кол-во термопар, кол-во прочих)
- Разрядность ЦАП
- Программная настройка внутри диапазона
- F_{\max}
- Индикация значений по выходам на контроллере
- Индикация аварий по выходам на контроллере
- Наличие гальваноизоляции (указать кол-во каналов в группе, Кол-во каналов с общей землей, защита от перенапряжения(стабилитрон, варистор), защита от переполюсовки, защита от КЗ)

— Дискретные входы

- Кол-во и типы входов:
 - С.К.
 - ♦ Встроенный ИП для дискр.входов С.К.
 - Потенциальный постоянный
 - ♦ Напр. "1"потенц.пост.
 - Потенциальный постоянный
 - ♦ Напр. "1"потенц.перем.
- Тимп.min.
- Fmax
- Наличие ФНЧ
- Индикация состояния по входам на контроллере
- Наличие гальваноизоляции (указать кол-во каналов в группе, Кол-во каналов с общей землей, защита от перенапряжения(стабилитрон, варистор))

— Дискретные выходы

- Кол-во и типы выходов:
 - Ключ постоянного тока
 - ♦ Umax
 - ♦ Imax
 - Ключ переменного тока
 - ♦ Umax
 - ♦ Imax
 - Ключ-реле
 - ♦ Umax
 - ♦ Imax
- Тимп.min.
- Fmax

- Индикация состояния по выходам на контроллере
- Наличие гальваноизоляции (указать кол-во каналов в группе, Кол-во каналов с общей землей, защита от перенапряжения(стабилитрон, варистор))
- **Конструкторские**
 - Масса, площадь, Крепление (DIN, стена), клеммники (разъемные, винтовые),
 - IP XY:X - степень защиты от твердых тел и пыли, Y - степень защиты от влаги
- **Блок электропитания**
 - Напряжение питания
 - Диапазон напряжения питания
 - Нестабильность питания
 - Потребляемая мощность, макс
 - Наличие гальваноизоляции (защита от перенапряжения(стабилитрон, варистор), защита от переплюсовки,
 - Индикация наличия питания на контроллере
 - Наличие встроенного резервного питания
 - время работы от резервного питания
- **Интерфейс**
 - кол-во каналов и типы параллельных интерфейсов
 - кол-во каналов и типы последовательных интерфейсов
 - RS232
 - RS485
 - MicroLan

- CAN
- USB
- Ethernet

— кол-во каналов и типы встроенных модулей беспроводных интерфейсов

- IrDA
- радиомодем (частота, мощность)
- GSM(GPRS)
- Bluetooth

— Индикация состояния канала

— Возможность программирования драйверов

— Стандартный протокол

— Открытый протокол

— Функции защиты:

- Аппаратная - Гальваноизоляция (индивидуальная, групповая, защита от перенапряжения(стабилитрон, варистор), защита от переполюсовки, защита от КЗ(ограничивающий резистор)
- Программная – CRC

- **Пользовательские**

— Поддержка языка программирования

— поддержка IEC 61131

— Наличие открытого ПО(разработка целевых приложений на языках C/C++)

— Наличие сертификата

— наличие пульта оператора

— возможность «горячей» замены моделей с автоматическим конфигурированием нового модуля в системе

- дублирования(синхронизация работы)
- Наличие методики поверки и калибровки
- Наличие отдельного канал связи для средств диагностики и отладки
- (макс)Наработка на отказ(MTBF)
- (мин)Среднее время восстановления(MTTR)
- наличие и периодичность внутренней диагностики, глубина
- (макс)Диапазон рабочих температур,
- (макс)наличие средств тестирования, конфигурирования и прикладного программирования контроллеров конечным пользователем, как удаленное из программ «верхнего» уровня (с АРМ оператора, сервера, из системы визуального программирования), так и непосредственно на месте эксплуатации с помощью переносного или местного пульта индикации и управления, Возможность дистанционного обновления алгоритмов управления.
- Доступность контроллера на рынке России и качество поддержки его разработчиком. Существует ли устройство в достаточных количествах? Производится ли оно сейчас? Что ожидается в будущем? Поддержка разработчика: ассемблеры, компиляторы, средства отладки (оценочный модуль, внутрисхемные эмуляторы, отладочные мониторы). Информационная поддержка: примеры применения, сообщения об ошибках, утилиты, в том числе «бесплатные» ассемблеры, примеры исходных текстов, поддержка применений у поставщика.
- Гибкость и способность к взаимодействию Совместимость с существующими системами Согласованность со стандартами Легкая расширяемость и перестраиваемость.

- **Стоимость**

- Стоимость ПЛК:(Цена за 1 канал)
- Стоимость эксплуатации: стоимость требуемых средств обслуживания(пульты оператора), меж.поверочный интервал, гарантийный срок
- Стоимость программно-аппаратного комплекса для разработки и отладки программ на данном ПЛК

1.1.1.1. Требования, предъявляемые к контроллерам АСУТП

Контролеры универсальны и возможность их применения в конкретной задаче определяется заложенной программной-аппаратной гибкостью, производительностью и объемом памяти.

Выбор конкретного контроллера является многофакторной задачей и определяется как требованиями технологического процесса, так и стоимостью аппаратных, программных средств, наличием средств разработки и отладки, поддержкой сетевого взаимодействия.

Требования к контроллерам со стороны системных свойств:

- Возможность модернизации и наращиваемости контроллера: добавление или изменение типов датчиков, изменение конфигурации, изменение типа линии связи с центром;
- Должно обеспечиваться гарантированное времени реакции на внешние события, поступающие от объекта(исполнительные устройства, датчики), за время, определенное для каждого события.
- гибкость и способность к взаимодействию с другими подсистемами, совместимость с существующими системами, легкая расширяемость и перестраиваемость, согласованность со стандартами
- «Открытость» -соответствие стандартам по электрическим параметрам, коммуникационным протоколам, инструментальным средствам;

- ориентация как на специальные коммуникации, так и на имеющиеся на предприятиях и в зданиях сети: телефонные, охранные, электропитания;
- Возможность интегрирования в единую систему АСУ ТП контроллеров различных производителей, выполненных в стандарте открытых систем;
- сопряжение контроллеров различных фирм с различными SCADA-системами через стандартные средства межзадачного обмена;
- единая технология программирования контроллеров различных фирм и переносимость технологических программ пользователя;
- низкие требования к качеству электропитания;
- децентрализации и автономного выполнения различных функций;
- широкая номенклатура модулей, позволяющая разрабатывать многофункциональные системы контроля и управления;
- наличие интеллектуальных модулей ввода/вывода, в том числе модулей, регуляторов автономного функционирования;
- Соответствие современным задачам управления и требованиям к составу и функциональности операторских интерфейсов.
- Модульность и функциональная расширяемость в необходимом ассортименте специализированных интерфейсов УСО.
- масштабирование систем;
- подключение к глобальной информационной сети Интернет (встроенный Web-сервера);

- независимая от верхнего уровня сеть межконтроллерного обмена данными.
- Компактность и встраиваемость, которая оценивается как непосредственно по физическому объему собранного контроллерного узла, так и по объему работ по интеграции данного узла в состав объекта.
- повышение производительности и уменьшение времени цикла контроллера за счет сокращения нагрузки на центральный процессор по объему вычислений и интенсивности обменов данными с модулями УСО, возможность повышения за счет этого информационной емкости контроллера;
 - наличие встроенных гальванически изолированных каналов релейной коммутации мощной нагрузки, что избавит от применения дополнительных модулей УСО (управление КЗР, МЭО, электродвигателями насосов и вентиляторов, соленоидными клапанами)
 - наличие гальванически изолированных каналов дискретного ввода для регистрации “сухого контакта” без применения дополнительных модулей УСО
 - Минимальные требования к параметрам эксплуатации

Требования со стороны надежности

Требования по надежности предполагают обеспечение автономной и бесперебойной работы контроллера при непредсказуемым изменением значений внешних параметров и условий окружающей среды

После анализа требований по надежности с разных точек зрения (разработчики, эксплуатационщики), автором было выделено три пути обеспечения надежности контроллера:

1 защита контроллера и его компонентов от внешних параметров, выходящих(явно или потенциально) за допустимые номинальные значения;

- полная гальваническая развязка всех входных и выходных каналов контроллера, вследствие низкого качества заземления технологического оборудования;
- защита выходов модулей УСО от короткого замыкания;
- непрерывная внутримодульная диагностика, наличие сторожевых таймеров во всех модулях;
- должны предусматриваться различные варианты полной текущей диагностики неисправностей с глубиной до отдельной платы;
- по всех интерфейсах используемых в контроллере должны быть предусмотрены защитные коды(CRC), предохраняющие информацию от искажений во время передачи и хранения;

2 уменьшение количества компонентов, как общего количества, так и тех, которые уменьшают надежность устройства

- контроллер должен состоять из минимального числа образующих его элементов, чем меньше компонентов, тем меньше вероятность выхода их из строя;
- отказ от использования в контроллере компонент с заведомо низкой надежностью, любых электродвигателей и прочей кинематики, подверженной механическому износу и чувствительной к температурам и влажности;

- снижение числа межмодульных контактных соединений за счет использования последовательной внутренней шины (отказ от параллельной);
- отсутствие специализированного оборудования для обеспечения номинальных условий эксплуатации, так как в данном случае на надежность контроллера будет прямым образом влиять надежность данного оборудования (к примеру подсистем кондиционирования).
- минимальные размеры и простота прикладных программ, так как увеличение размеров программ ведет к экспоненциальному росту числа ошибок и сложности проверки правильности ее функционирования.

3 введение **резервирования** как отдельных компонентов, так и всего устройства в целом: дополнительных линий связи, дублирование контроллера или его наиболее важных блоков.

К наиболее распространенным способам резервирования контроллеров можно отнести:

- горячий резерв отдельных компонентов и/или контроллера в целом (при непрохождении теста в рабочем контроллере управление переходит ко второму контроллеру);
- троирование основных компонентов и/или контроллера в целом с голосованием по результатам обработки сигналов всеми контроллерами, составляющими группу (за выходной сигнал принимается тот, который выдали большинство контроллеров группы, а контроллер, рассчитавший иной результат, объявляется неисправным);
- работа по принципу "пара и резерв". Параллельно работает пара контроллеров с голосованием результатов, и аналогичная пара находится в горячем резерве. При выявлении разности результатов работы первой пары управление переходит ко второй паре; первая пара тестируется, и либо определяется наличие случайного сбоя и

управление возвращается к первой паре, либо диагностируется неисправность и управление остается у второй пары.

Здесь необходимо отметить, что при введении резервирования нужно делать выбор между стоимостью и надежностью оборудования. Оптимальных решений, как правило, нет, однако есть базовые принципы, которые следует соблюдать при проектировании среднего уровня распределенных АСУ ТП, а именно:

- резервирование цеховых (фронтальных) контроллеров;
- распределение функций в многопроцессорной системе фронтальных контроллеров
- резервирование информационной магистрали или локальных контроллеров наиболее ответственных объектов;
- резервирование цепей аварийного останова системы;
- резервирование цепей дистанционного управления оборудованием (по необходимости);
- резервирование контрольно-измерительных каналов (по необходимости).
- дублирование центрального процессора и блока питания;
- резервирования модулей УСО, установленных на одной шине, с возможностью «горячей» замены модулей;
- возможность резервирования шин УСО вместе с подключенными к ним модулями УСО;
- дублирование каналов связи контроллера (обмен по двум независимым каналам связи).

Требования со стороны разработчика и обслуживающего персонала:

- минимальные требования к обслуживанию.
- возможность конфигурирования гальванически изолированных аналоговых входов для измерения, как унифицированных сигналов

тока и напряжения, так и сопротивления, что позволяет перекрыть большинство необходимых в практике автоматизации теплоэнергетических установок типы воспринимаемых аналоговых сигналов, (в том числе сигналов термометров сопротивления и резистивных датчиков положения КЗР, МЭО и т.д.) без применения дополнительных модулей УСО

- наличие средств тестирования, конфигурирования и прикладного программирования контроллеров конечным пользователем, как удаленное из программ «верхнего» уровня (с АРМ оператора, сервера, из системы визуального программирования), так и непосредственно на месте эксплуатации с помощью переносного или местного пульта индикации и управления;
- возможность контроля, управления и тестирования модуля в автономном режиме с помощью переносного пульта настройки или компьютера через последовательный порт модуля с интерфейсом;
- быстрое обновление алгоритмов управления (в том числе и на работающем оборудовании).
- простота и переносимость технологических программ, снижение затрат на их разработку и отладку за счет их независимости от способов построения и работы аппаратуры ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов, датчиков и исполнительных органов;
- минимальная стоимость и доступность элементной базы и комплектующих в России.

2.4 Обзор типового контроллера систем управления «УстиМ»

Ниже рассмотрен контроллер УстиМ05 семейства «УстиМ» разрабатываемые в ФГНУ «НИИАЭМ» г.Томск (<http://avt.tomica.ru>).

Контроллер является функционально законченным устройством, вычислительной мощности которого достаточно для выполнения задач

сбора, преобразования, передачи информации и реализации управляющих алгоритмов.

Основными функциями контролера являются:

- ввод/вывод аналоговых и дискретных сигналов с различными методами их обработки, нормализации и фильтрации;
- все каналы аналогового ввода имеют усилитель с программируемым коэффициентом усиления, позволяющий измерять сигналы в широком диапазоне;
- полная гальваническая изоляция ПЛК от внешних сигналов;
- широкие коммуникационные возможности ПЛК обеспечиваются двумя портами интерфейса RS-485 и поддержкой стандартного протокола Modbus.
- поставляемая вместе с контроллером программа OPC-сервера позволяет подключить данный ПЛК к любой современной SCADA-системе.

Области применения:

Интеллектуализация физических приборов, установок и станков с

ЧПУ

Задача: Современный уровень развития техники требует наличие у любого электронного устройства встроенного интеллекта для осуществления функций фильтрации, архивации и связи по локальной вычислительной сети с персональными компьютерами.

Решение: Использование готовых решений представленных на рынке как зарубежных, так и отечественных производителей зачастую не позволяет применять их для решения данной задачи по следующим причинам:

- избыточность представленных на рынке контроллеров для решения конкретной задачи: каналов ввода-вывода, производительности, и т.д.;

- не подходят массогабаритные показатели контроллеров представленных на рынке, что не позволяет встраивать их в автоматизируемое устройство;
- не позволяют создавать собственные программы управления и драйверы связи. Представленные на рынке контроллеры поддерживают технологические языки программирования стандарта IEC 61131, ориентированные под определенные задачи систем автоматизации производства. Для создания программы под уникальную задачу пользователя требуется поддержка языка программирования низкого (ассемблер) наряду с таким языком, как Си, чего нет практически во всех представленных программируемых логических контроллерах.

В силу этих проблем зачастую бывает проще разработать и изготовить контроллер самостоятельно.

Отличительные особенности контроллера «УстиМ» для решения данной задачи:

- высокие значения показателей безотказности за счет использования высоконадежных зарубежных элементов, доступных в России
- невысокая технологическая сложность и минимум элементов в спецификации контроллера за счет использования современных высокоинтегрированных средств: RISC-микроконтроллера, модулей питания и гальваноразвязки;
- простота программирования и наличие готовых пакетов программ, что минимизирует затраты времени и средств на создание законченного изделия;
- использование открытого протокола (Modbus), что позволяет интегрировать контроллеры в различные системы автоматизации (SCADA-системы);

- функциональные возможности контроллера достаточны для решения большинства задач автоматизации: контроль до десяти внешних дискретных сигналов типа «сухой контакт»; измерение до восьми аналоговых сигналов (4-20мА или 0-5В) с точностью 10бит; коммутация до четырех внешних цепей (70В,1А).

3 Вторая глава – проектирование и Разработка АСУТП

3.1 Лекции по АСУТП

3.1.1 Введение в АСУТП

Предпосылки появления АСУТП

Технико-экономическими предпосылками развития АСУТП являются:

- рост масштабов производства,
- увеличение единичной мощности оборудования,
- усложнение производственных процессов,
- использование форсированных режимов (повышенные давления, температуры, скорости реакций),
- появление установок и целых производств, функционирующих в критических режимах,
- усиление и усложнение связей между отдельными звеньями технологического процесса.
- нехватка в области трудовых ресурсов.
- необходимость реализации значительных потенциальных производственных резервов
- Решение задач оптимального управления технологическими процессами, эффективность производственного процесса зависит от качества управления технологией и организации производства.
- Возросшими требованиями к повышению качества технологического процесса.
- замена устаревших систем управления, вследствие невозможности реализации на существующем оборудовании современных требований к автоматизации, а также устаревшая элементная база, уже

не выпускаемая промышленностью, с небольшими функциональными возможностями и сервисными функциями.

Технологический процесс

Производство любого продукта обеспечивается технологическим процессом.

Технологический процесс – есть алгоритмическая последовательность преобразования во времени и/или пространстве входных параметров(сырья), результатом которого является продукт.

Технологические процессы реализуются путем создания и поддержания в заданном режиме некоторой совокупности потоков:

- Управление параметрами потоков(Пример: реализуется обратной связью по отклонению)
- Управление структурой потоков (Пример: переключение режимов функционирования(износ, замена)

Для обеспечения качества технологического процесса и изделия, создаваемого в нем, необходимы знания различных показателей состояния процесса и/или изделия.

При этом, в общем виде, для производства любого продукта может быть использовано бесконечное количество видов(типов) технологических процессов(ТП) и при этом для реализации одного и того же ТП может быть использовано бесконечное количество технических и организационных решений.

Выбор оптимальной структуры технических решений контроля и управления технологическим процессом необходим для экономической эффективности работы предприятия.

Любой технологический процесс должен управляться и контролироваться.

Цель управления– получение(производство) продукции с наименьшей себестоимостью и с как можно большим качеством.

Или другими словами – это выполнение производственной программы при наилучшем в экономическом и экологическом смысле технологическом режиме, получении максимума прибыли.

С другой стороны под управлением понимается организация целенаправленных воздействий на процесс с целью достижения заданных показателей его качества.

Информационный поток, связанный с управлением, необходимо дополнить информационным потоком контроля, который должен нести информацию о текущем состоянии самого технологического процесса и создаваемого изделия.

Цель контроля – это не просто сбора информации о состоянии технологического процесса и участвующих в нем потоков, но и ее анализ на соответствие состояния объекта определенным требованиям. На основе данного анализа наблюдатель формирует решение об управлении, т.е. о воздействии на технологический процесс с целью достижения заданного качества процесса и создаваемого в нем изделия.

Типы информации контроля и управления технологическим процессом:

- ресурсные параметры производств, включая реальное использование ресурсов, полупродуктов применительно к каждой установке и т.д.;
- параметры технологического оборудования, позволяющие диагностировать текущее состояние установок, и на основе этих данных и нормативных документов по проведению планово-предупредительных ремонтов прогнозировать ремонтные, осмотровые работы;

- технологические параметры, тесно связанные с качеством и количеством потребляемых ресурсов.

Уровни АСУ

Для выполнения данных целей контроля и управления применяется автоматизированная система управления –АСУ (о технологических процессах, в которых до сих пор для управления и контроля используется ручной труд мы говорить не будем).

АСУ – это емкое понятие, под которым понимают комплекс технических средств обеспечивающих выполнение функций контроля(управления) технологическим процессом (технологическим объектом) в автоматизированном режиме.

По иерархии АСУ разделяют:

1 Нижний уровень АСУТП

Автоматизированная система управления технологическим - человеко-машинный комплекс, обеспечивающий управление технологическими процессами на современных механизированных и автоматизированных промышленных предприятиях. Основная цель АСУТП - оптимизация технологических процессов, характеризующихся большим числом параметров и сложностью алгоритмов управления.

2 Далее идет уровень АСУП

Автоматизированная система управления предприятием система управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятия с широким использованием средств вычислительной техники и комплексным применением экономико-математических методов.

3 И верхний уровень АСУ

Автоматизированная система управления система управления предприятиями, учреждениями, отраслями, ведомствами, городским хозяйством и т.д. на базе экономико-математических методов и средств вы-

числительной техники. В основе АСУ- автоматизация различных информационных процессов управления со сведением к минимуму участия человека в трудоемких операциях по сбору и предварительной обработке данных, необходимых для принятия окончательных решений

В нашем курсе мы акцентируемся на автоматизированных системах управления технологическим процессам (АСУТП) – в их задачу входит непосредственное управление и контроль над технологическим процессом в реальном времени.

3.1.2 Функции АСУТП

Функция АСУТП - это совокупность действий системы, направленных на достижение частной цели управления. При этом в качестве действий рассматриваются заранее predetermined и описанные в эксплуатационной документации последовательности операций и процедур, выполняемые частями системы. В большинстве случаев под термином «функция АСУТП» понимают такую законченную совокупность действий, выполняемых системой, которая проявляется вне ее и поэтому имеет определенную потребительскую ценность.

Принято различать информационные и управляющие функции АСУТП.

К информационным относятся такие функции АСУТП, результатом выполнения которых являются представление оператору системы или какому-либо внешнему получателю информации о ходе управляемого процесса.

Характерными примерами информационных функций АСУТП являются:

- контроль за основными параметрами, т.е. непрерывная проверка соответствия параметров процесса допустимым значениям и немед-

ленное информирование персонала при возникновении несоответствий;

- измерение или регистрация по вызову оператора тех параметров процесса, которые его интересуют в ходе управления объектом;
- математическая обработка информации от датчиков и вычисление комплексных показателей, неподдающихся непосредственному измерению и характеризующих качество продукции или другие важные показатели технологического процесса(вычисление достигнутых технико-экономических показателей);
- сравнение измеренных значений технологических параметров с заданными значениями и формирование сигналов управления, а также предупредительной и аварийной сигнализации;
- оповещение эксплуатационного и обслуживающего персонала об обнаруженных аварийных событиях, связанных с контролируемым технологическим процессом и функционированием программно-аппаратных средств АСУТП, а также регистрация действий персонала в аварийных ситуациях;
- вычисление по вызову оператора некоторых комплексных показателей, неподдающихся непосредственному измерению и характеризующих качество продукции или другие важные показатели технологического процесса;
- вычисление достигнутых технико-экономических показателей работы технологического объекта;
- периодическая регистрация измеряемых параметров и вычисляемых показателей(по вызову, периодическая, по отклонению, действий оператора, аварийных и предаварийных ситуаций, выполнения системой функций защит);

- обнаружение и сигнализация наступления опасных (предаварийных, аварийных) ситуаций.
- Экспертная система анализа и выдача рекомендаций действий оператору

Управляющие функции АСУТП включают в себя действия по выработке и реализации управляющих воздействий на объект управления. Здесь под выработкой понимается определение (на основании полученной информации) рациональных воздействий, а под реализацией - действия, обеспечивающие осуществление принятых после выработки решений.

К основным управляющим функциям относятся:

- непосредственное автоматическое управление технологическим процессом в соответствии с заданными алгоритмами и технологическими регламентами;
- стабилизация переменных технологического процесса на некоторых постоянных значениях, определяемых регламентом производства;
- программное изменение режима процесса по заранее заданным законам;
- защита оборудования от аварий;
- формирование и реализация управляющих воздействий, обеспечивающих достижение или соблюдение режима, оптимального по технологическому или технико-экономическому критерию;
- распределение материальных потоков и нагрузок между технологическими агрегатами;
- управление пусками и остановами агрегатов и др.

Место человека в АСУТП:

- **АСУТП** реализует сбор информации от объекта управления, передачу, преобразование и её обработку, формирование управляющих команд и выполнение их на управляемом объекте.
- **Человек** осуществляет:
 - выбор критериев оценки качества протекания процесса;
 - анализ текущего состояния с требуемой(регламенты, проект) и выдает команды управления на АСУТП(оптимизация управления технологическим процессом);
 - принятие решений при возникновении непредвиденной аварийной ситуации(организация управления в нештатных технологических ситуациях)
 - оптимизация алгоритма работы АСУТП: оптимизация управления технологическим процессом, коррекция работы алгоритмов автоматического управления;
 - управление оборудованием, не поддающемся алгоритмизации и автоматическому управлению.

При этом человек работает на базе информации как от АСУТП, так и от неформальной базы(опыт, навыки, инструкции, умения руководителей), ее называют субъективным фактором в решении задач управления

Типы производств

Первый тип - предприятия, выпускающие сложные изделия на заказ, то есть это тип единичного позаказного производства. Его отличает потенциально большое разнообразие выпускаемой продукции и штучный выпуск. Характеризуется универсальным оборудованием - станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, роботы и гибкие автоматизированные производства. Высококвалифицированные наладчики и станочники широкого профиля.

Второй, третий и четвертый типы - разные варианты серийного производства: мелкосерийное, серийное и крупносерийное. Чем выше серийность, тем ниже универсальность оборудования и уже специализация рабочих. Число видов готовой продукции ниже, выпуск - выше.

Пятый тип - массовое производство. Специализированное оборудование, конвейеры, поточные линии, технологические комплексы. Минимальное число видов выпускаемой продукции, максимальные объемы выпуска.

Промышленные предприятия, в которых нет собственного производства (а такие предприятия в России тоже есть) попадают, видимо, в шестую категорию. Мы их рассматривать не будем.

Дискретные производства могут быть всех пяти типов, непрерывные, - в основном, пятого типа.

Каждому типу производства соответствуют свои методы управления и своя структура АСУТП.

3.1.3 Уровни АСУТП

АСУТП - это централизованный контроль за ходом технологических процессов на предприятии в реальном времени, в соответствии с регламентом, и обеспечение систем более "верхних" уровней(АСУПП, АСУП) достоверными данными об этих процессах.

АСУТП - это "фундамент", на котором строиться любая автоматизированная система управления промышленного предприятия.

АСУТП - это жесткое ведение технологических процессов в соответствии с регламентом и обеспечение систем более "верхних" уровней(АСУПП, АСУП) достоверными данными об этих процессах.

АСУТП – поток данных в реальном времени для оперативного управления, контроля и анализа, а также предоставление интегрированной

(обработанной) информации на уровень автоматизированных систем управления предприятием(АСУП).

Как следует из определения АСУТП, структура системы автоматизации будет непосредственно от типа производства на котором она работает.

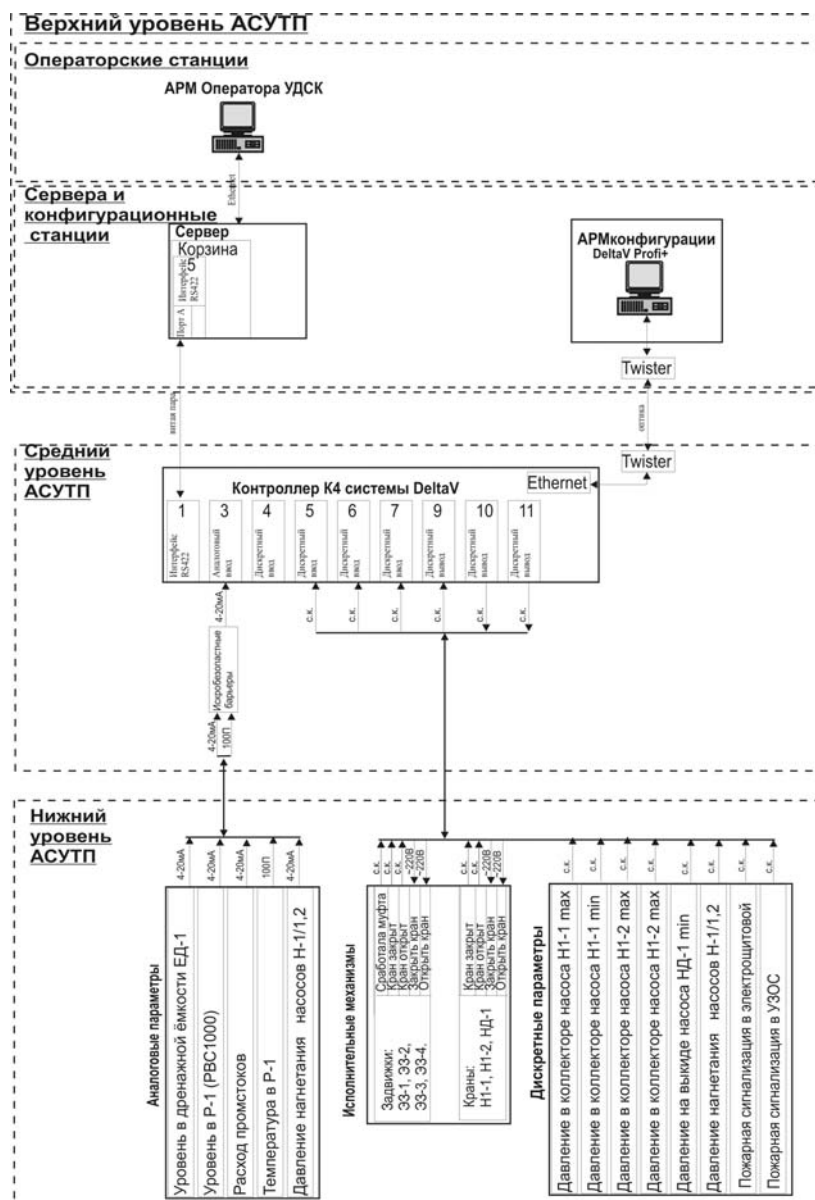


Рис. 3.1 Типовая структура АСУТП

Типовая АСУ ТП строится по иерархическому принципу и имеет многоуровневую структуру(см. рисунок1)

- нижний уровень — уровень датчиков и исполнительных механизмов, осуществляет функцию взаимодействия АСУТП с технологическим

процессом(преобразования различных типов физических величин в стандартные электрические и информационные сигналы);

- средний уровень — уровень управляющих контроллеров и сетевых средств, осуществляет функции посредника(буфер) между нижним и верхним уровнем, а также замыкает в себе контуры автоматического (локального)управления;
- верхний уровень — уровень промышленного сервера, операторских и диспетчерских станций, осуществляет функцию автоматического управления распределёнными средствами среднего уровня и функцию взаимодействия АСУТП с человеком.

Следующим уровнем управления является уровень управления производством и планирования ресурсов предприятия, который связывает между собой все рабочие станции функциональных служб предприятия и верхних уровней (SCADA) различных АСУ ТП по корпоративной сети предприятия. В рамках данной дисциплины они рассматриваться не будут.

1.1.2. Нижний уровень АСУТП – датчики и механизмы.

Данный уровень состоит из датчиков и исполнительных механизмов, устанавливаемых на технологических объектах. Этот уровень включает в себя компоненты предоставляющие информацию о состоянии технологического процесса на верхние уровни автоматики (датчики), и компоненты, воздействующие на объект управления (исполнительные устройства - ИУ).

Под датчиком, в общем случае, понимается преобразователь физической величины в стандартный электрический сигнал. Его конструкция и исполнение позволяют устойчиво и безопасно функционировать при самых неблагоприятных погодных условиях, а также во взрывоопасных зонах.

Данный уровень - эта основа автоматики, он изначально присутствует в любой системе автоматизации на предприятии и устаревает вместе с технологическим процессом. На нем зарождаются информационные потоки: показатели выпуска продукции, расхода сырья, энергии, воды и пр.

Нижний уровень являются наиболее массовой и дорогой частью системы автоматизации: как в себестоимости, так и в монтажных работах.

Связь нижнего уровня со средним уровнем осуществляется с помощью соответствующих кабелей.

К устройствам нижнего уровня автоматизации относятся:

- датчики и конструкции для их размещения :
 - датчики физических величин (технологические датчики, счетчики, анализаторы, контрольно-измерительные приборы и др.);
 - датчики состояния технологического оборудования (средства контроля состояния электроприводов, датчики положения запорной аппаратуры и др.);
 - датчики технико-экономических показателей (электросчетчики, тепло- и водосчетчики и т.п.);
- исполнительные устройства и силовые распределительные шкафы для их запитки и управления :
 - регулирующая и запорная аппаратура,
 - пусковая аппаратура электроприводов и т.д.
- блоки питания датчиков, приборов и устройств и гальванические разделители;

Нижний уровень являются наиболее массовой и дорогой частью системы автоматизации: как в себестоимости, так и в монтажных работах.

Датчик (измерительный преобразователь) – это техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи. Датчики используемые в АСУТП должны соответствовать и иметь сертификат применения его как средства измерения.

1.1.2.1. Классификация датчиков по типу измеряемого технологического параметра:

1) Энергетические, датчик:

- Мощности,
- Переменного/ постоянного напряжения,
- Переменного/ постоянного тока,
- Частотомер, фазометр.

2) Физические, датчик:

- Вязкости,
- Давления,
- Расхода,
- Температуры,
- Уровнемер,
- Плотности.

3) Механические, датчик:

- Положения,
- Перемещения,

- Угла поворота: (индуктивного и емкостного типа, ультразвуковые).

1.1.2.2. Классификация датчиков по типу связи с вышестоящим уровнем в системе автоматизации:

1) **Аналоговые(простые)**- информация передается изменением непрерывного аналогового сигнала., по его типу они подразделяются на датчики

- **тока, мА** (0-5; **4-20**; 1-5) ;
- **напряжения, В** (0-5; 0-10);
- **частоты, Гц** (0-10 000)
- **счетно-импульсные**, импульс с соответствующим весовым коэффициентом,
- **широтно-импульсная модуляция(ШИМ)**-выход

Примечание: в скобках даны существующие стандарты, а выделен наиболее распространенный на сегодняшний день тип выходной аналоговой величины.

Под простым датчиком, в данном случае, понимается устройство преобразующее физическую величину технологического процесса в стандартизованный электрический сигнал для передачи в контроллер с целью дальнейшей обработки, преобразования, архивации и передачи на верхний уровень.

2) **Цифровые** - информация передается по некоторому цифровому протоколу, из великого множества, перечислим наиболее распространенные:

- **сеть Microlan** – определяет спецификацию протокола и физической среды передачи данных;
- **в стандарте Bell 202 (протокол HART)** ;
- **AS-интерфейс**;
- **протокол Modbus**, в основном связь по шинному интерфейсу RS-485;

- полевые шины: FOUNDATION Fieldbus, Profibus.

1.1.2.3. Интеллектуальный датчик

В настоящее время аналоговые системы автоматизации технологического управления заменяются цифровыми, что обусловлено более высокой точностью и лучшими техническими характеристиками последних. Традиционно передача данных осуществляется с использованием стандартных сигналов типа токовой петли 4-20мА. После обработки измеренной физической величины, цифровой сигнал преобразуется в аналоговый 4-20мА и передается в систему сбора данных. Между системой и аналоговым датчиком существует односторонняя связь: "от датчика к системе". Что является недостаточным, так как для настройки и обслуживания датчика необходимо непосредственное взаимодействие оператора и датчика, и когда датчики расположены в труднодоступных местах и на больших расстояниях друг от друга то данное взаимодействие затруднено.

Решением данной проблемы является использования "интеллектуальных" датчиков с двухсторонней цифровым каналом связи между датчиком и системой.

Поэтому практически любая современная АСУТП использует для сбора данных "интеллектуальные" датчики. Термин "интеллектуальный" связан, прежде всего, с наличием внутри датчика микропроцессора. На микропроцессор возлагаются функции первичной обработки сигнала с сенсора, например, линеаризация, изменение величины демпфирования, переустановка диапазона измерения и т.д. Микропроцессорные датчики имеют улучшенные метрологические характеристики по сравнению с традиционными аналоговыми датчиками за счет глубокой первичной математической обработки измерительного сигнала.

Интеллектуальный датчик позволяет производить настройку на другой диапазон измерений или полуавтоматическую калибровку, а также осуществлять функции внутренней самодиагностики, что упрощает техническое обслуживание. Интеллектуальные датчики связываются с системой АСУТП при помощи цифрового коммуникационного протокола, который позволит осуществлять передачу важной управляющей и иной служебной информации в обоих направлениях между полевыми устройствами и системами управления. Цифровая связь позволяет объединять датчики в общую шину, что позволяет существенно сократить стоимость кабельной проводки.

Использование микропроцессорных датчиков в АСУТП значительно снижает вычислительную нагрузку на главный контроллер, тем самым, повышая быстродействие всей системы в целом. К примеру, интеллектуальный датчик позволяет составлять одно или несколько измерений в одно новое измерение.

В мире существует множество конкурирующих коммуникационных протоколов. Каждая фирма-производитель стремится продвинуть на рынок свой протокол, сделать так, чтобы как можно больше компаний выпускало оборудование, поддерживающее данную коммуникационную технологию. Для этого организуются некоммерческие фонды, продвигающие тот или иной протокол. Вот наиболее распространенные коммуникационные технологии: FOUNDATION Fieldbus и HART в Америке, Profibus, Modbus и HART в Европе.

В идеале, уровень датчиков и исполнительных механизмов должен напрямую связываться с системами диспетчерского управления верхнего уровня. В этом случае минимум посредников приводит к минимуму искажений передачи информации. Так «идеальным» датчиком представляется устройство преобразующее физический параметр технологического процесса в информационный параметр единой базы

данных предприятия(отрасли). В настоящее время уже используются датчики с передающие информацию непосредственно в системы диспетчерского управления через спутник, или по корпоративным сетям(Web-технологии).

Но сегодняшняя стоимость технологий не позволяет устанавливать данное оборудование на каждый технологический параметр. Для удешевления доставки информации с сохранением требований реального времени между датчиками и верхним уровнем вводится посредник – **контроллер** – устройство призванное удешевить стоимость системы путем мультиплексирования простых датчиков для выхода на прямую связь с системами верхнего уровня.

1.1.3. Средний уровень АСУТП – контроллеры

Основное назначение данного уровня является функция посредника между верхним, диспетчерским, уровнем и нижним уровнем исполняющей и контролирующей аппаратуры, с функцией выполнения алгоритмов местного(локального) управления и предоставление функций диспетчерского контроля и управления непосредственно на месте эксплуатации.

Уровень включает вычислительные устройства, обеспечивающие непосредственное управление ОУ или его составляющими.

Состоит из промышленных контроллеров, силовой, сигнализационной автоматики и необходимых вторичных приборов.

Должны быть расположены на территории таким образом, чтобы минимизировать затраты на прокладку кабелей и снизить влияние помех.

Ядром программно-технических средств контроля и управления системы являются промышленные контроллеры. Контроллеры нижнего уровня объединяются с помощью промышленной сети и обеспечивают непосредственное управление всем технологическим процессом.

Здесь находятся контроллеры, управляющие через нижний уровень системы технологическими процессами в реальном времени, объединенные между собой промышленной сетью и поддерживающие обмен с верхним уровнем системы.

Здесь решаются задачи защиты, регулирования, логического управления и пр. технологическим оборудованием.

Уровень сетевого оборудования состоит из концентраторов, коммутаторов и преобразователей. Сетевое и телекоммуникационное оборудование, сетевые каналы, телефонные и оптоволоконные линии связи образуют высокоскоростную территориально-распределенную вычислительную сеть промышленного назначения. Отказоустойчивость

сети обеспечивается резервированием сетевых каналов, линий связи и коммуникационного оборудования.

1.1.3.1. Контроллер- задачи и функции

Контроллер - устройство, предназначенное для получения в реальном времени информации с датчиков, преобразования ее и обмена с другими компонентами системы автоматизации (компьютер оператора, монитор, база данных и т.д.), а также для управления исполнительными механизмами.

Контроллеры реализованы на базе микропроцессорной техники и работают в локальных и распределенных системах управления в реальном времени в соответствии с заданной программой.

В основные задачи контроллера входит:

- Измерение, опрос и управление оборудованием
- Первичное преобразование результатов измерения;
- регистрация событий;
- ведение среднeminутных, -часовых и др. архивов.
- поддержка высокоуровневого протокола связи с центральным пунктом, обеспечивающего быструю и гарантированную доставку информации;
- автономная и бесперебойная работа с защитой данных;
- диагностика технических средств и защита технологического оборудования от последствий отказов;
- организация замкнутых, локальных контуров управления, для обеспечения надежности и уменьшения времени реакции системы на критичных участках: защиты, регулирования, логического управления и пр.

ПЛК универсальны и возможность их применения в конкретной АСУ ТП определяется заложенной программной-аппаратной гибкостью, производительностью и объемом памяти.

Выбор конкретного ПЛК является многофакторной задачей и определяется как требованиями технологического процесса, так и стоимостью аппаратных, программных средств, наличием средств разработки и отладки, поддержкой сетевого взаимодействия.

Структура оборудования среднего уровня АСУТП должна быть адекватна структуре объекта автоматизации, то есть с одной стороны оборудование среднего уровня должно располагаться в непосредственной близости оборудования нижнего уровня, чтобы минимизировать затраты на прокладку кабелей и снизить влияние помех, а с другой стороны в структуре среднего уровня должны быть ясно выделены функциональные узлы объекта автоматизации, для которых необходима реализация локальных контуров управления.

К примеру, для АСУТП распределенных производств, средний уровень представлен автономным контроллером, реализующим функции контроля и управления небольшим изолированным технологическим узлом, как, например, водозаборные скважины, пункты питания городским освещением и т.д..

К контроллерам для распределенных АСУТП предъявляются более высокие требования к типам поддерживаемых интерфейсов.

Выделяют три класса интерфейсов:

- нисходящие - для соединения с интеллектуальными устройствами нижнего уровня;
- горизонтальные - связывающие отдельные устройства через сеть с другими средствами автоматизации среднего уровня;

- восходящие – для связи с верхним уровнем системы и подключения местных панелей оператора и пультов управления

1.1.3.2. Типы контроллеров в АСУТП

1.1.3.2.1. Релейные контроллеры

Релейные контроллеры появились еще до появления микропроцессорных технических средств и до сих пор еще присутствуют на производстве в силу большой инертности автоматизации в России.

Функции релейных контроллеров:

- визуальный рассредоточенный контроль – использование вторичных приборов, выполняющих функции вывода информации оператору, регистрации, сигнализации об отклонении от значения нормальной эксплуатации, аналогово-дискретных преобразователей для систем технологических защит;
- рассредоточенное аппаратное управление:
 - использование электромагнитных реле для построения логических алгоритмов в системах технологических защит, системах избирательного управления и системах автоматического управления.
 - использование регулирующих аналоговых приборов для построения систем автоматического регулирования

Основные недостатки:

- низкая степень автоматизации контроля и управления технологическим процессом

- большие затраты на наладку и обслуживание систем, которые увеличиваются в связи с ростом информационной и управляющей сложности систем автоматизации;
- невозможности реализации на существующем оборудовании современных требований к автоматизации.

1.1.3.2.2. «Программируемые логические контроллеры(ПЛК)

Предпосылки появления

- Развитие и уменьшение стоимости микропроцессорных средств с одновременным увеличением стоимости ресурсоемких компонентов(медный кабель, реле, трансформаторы и т.д.).
- замена датчиков на унифицированные и внедрение информационных систем на базе микропроцессоров с отказом от вторичных приборов и щитов;
- замены релейно-контактных схем, собранных на дискретных компонентах – реле, счетчиках, таймерах, элементах жесткой логики
- внедрение регулирующих систем на базе микропроцессоров с отказом от релейных схем управления;
- внедрение систем дистанционного управления арматурой и механизмами на базе микропроцессоров с отказом от наборных полей и ключей управления.

Принципиальное отличие ПЛК от релейных схем заключается в том, что все его функции реализованы программно. На одном контроллере можно реализовать схему, эквивалентную тысячам элементов жесткой логики. При этом надежность работы схемы не зависит от ее сложности.

Функции ПЛК

- автоматическое регулирования и логическое управления
- поддержка технологического языка программирования, не требующий знаний языков программирования,
- систем отображения, регистрации и хранения информации, выполненных на микропроцессорных средствах со специально разработанными программными пакетами;
- систем комплексной автоматизации на основе программно-технических комплексов (ПЛК), имеющих сетевую структуру.

ПЛК исполняют прикладное ПО, разработка которого выполняется с использованием стандартных языков технологического программирования IEC 61131-3, включающим такие языки как Ladder Diagram- язык созданный на базе релейно-контактных схем, Functional Block Diagram- языком функциональных блоковых диаграмм, когда разработка программы ведется посредством стыковки готовых библиотечных модулей.

Следует отметить, что у разработчика, работающего на языках технологического программирования, меньше степеней свободы, что с одной стороны уменьшает вероятность внесения ошибки периода исполнения при его недостаточно высокой квалификации как программиста, а с другой стороны влияет на оптимальность и качество программы под конкретную задачу.

Конфигурирование контроллеров осуществляется при помощи стандартных конфигурационных программ. В основном это сводится к заданию количественных и качественных параметров контролера отображаемого в промышленную сеть (каналов ввода-вывода и функций обработки и т.д.).

Пример ПЛК - контроллер ROC364 фирмы Fisher Rosemaund

Контроллер ROC364 - микропроцессорное устройство для дистанционного измерения и управления.

1) Каналов ввода-вывода

Контроллер поддерживает до 4-х внешних панелей, на каждой из которых может устанавливаться до 16 модулей ввода/вывода.

Типы модулей:

- модуль аналогового ввода (0-5В/4-20мА/0-5мА), с питанием контура ;
- модуль дискретного ввода (0-30В), с питанием контура ;
- модуль дискретного выхода (релейный, 220В, 2А) ;

2) Интерфейсные каналы

Имеет три последовательных порта:

- порт LOI (RS232) установлен на плате процессора, предназначен для конфигурирования контроллера на месте эксплуатации;
- порт 1 и 2 – установка интерфейсных модулей (RS232 или RS485) в процессорную плату контроллера.

Каждый интерфейсный порт пользователь может настроить на требуемый тип интерфейса Modbus Master/Slave, ROC Master/Slave.

3) Поддерживает работу с локальной дисплейной панелью для отображения параметров измерения и управления.

Недостатки:

- Избыточная стоимость, так как производить сегодня выпускать модули без интеллекта не выгодно – технологическая сложность, без разгрузки центрального процессора. А потери в цене от выгорания модуля с интеллектом или без него будут практически одинаковые.
- Примитивный язык программирования (содержит всего 33 команды) - сложность в разработке и ограничения по объему программ пользователя.

- Ограниченный набор типов модулей ввода-вывода

1.1.3.2.3. Специализированные логические контроллеры (СЛК)

СЛК являются законченными устройствами, предназначенными для решения очень узкого круга задач. СЛК не позволяют пользователю изменять программу, а допускают лишь конфигурирование на конкретный объект (выбору режима и/или вводу параметров управления).

В основном данные контроллеры не соответствуют общепринятым нормам и стандартам, что и не позволяет использовать данные контроллеры в других системах. В настоящее время данные контроллеры остаются только в сфере узкоспециализированных устройств. Это решение является лучшим в тех случаях, когда предъявляемые специфические требования невозможно выполнить с помощью стандартных серийных средств. Данный контроллер изготавливается как единое целое, и имеет фиксированное число входов/выходов с заранее заданными свойствами.

По конструктивному признаку СЛК выделяют двух типов:

- Автономный СЛК – ПИД-регулятор, контроллер управления шаговым двигателем.
- Встроенный СЛК - является частью прибора нижнего уровня АСУТП (прибор, станок с ЧПУ и т.д.).

Достоинства СЛК:

- Применение СЛК для решения типовых задач автоматизации позволяет уменьшить время и затраты на внедрение АСУ ТП.
- имеют предельно упрощенную структуру и, при прочих равных условиях, самую высокую надежность.

Недостатки СЛК:

- ограниченность применения и избыточность ресурсов в каждой конкретной реализации, вследствие невозможности закрыть всегда ограниченной номенклатурой таких контроллеров бесконечно разнообразные требования потребителей
- невозможность адаптации процесса регулирования к специфическим особенностям конкретного объекта(так как нет возможности программной подстройки, а только конфигурирование заложенное разработчиком)
- слабо-развитые коммуникационные возможности. СЛК ориентированны для автономной работы с местной индикацией и управлением, что влияет на сложность в стыковке с другими ПЛК и верхним уровнем АСУТП

1.1.3.2.4. Устройства сбора и обработки (УСО)

Назначение и функции

УСО представлены в виде отдельных модулей, устанавливаемых на специализированные платы, имеющие клеммные соединители для подвода внешних цепей. Такие платы называют монтажными панелями, или оптопанелями.

В структуре АСУТП УСО занимают место между оборудованием нижнего уровня и контроллерами среднего уровня и осуществляют линейное преобразование сигналов от датчиков с его первичной обработкой (фильтрация, нормализация) и защиты(поканальная гальваноизоляция).

Модули УСО содержат небольшое количество каналов определенного типа(1,2,4) и разработчик системы может очень точно подобрать необходимый набор модулей, не переплачивая за лишние модули.

Как правило, на УСО возлагаются следующие функции:

- ввод сигналов от различных датчиков: термопар, термометров, давления, сопротивления и т.д.;
- нормализация аналогового сигнала - приведение границ сигнала первичного источника к одному из стандартных диапазонов аналого-цифрового преобразования;
- фильтрация аналогового сигнала;
- линейный аналоговый выход в виде тока или напряжения в стандартных диапазонах с точностью преобразования порядка 0,05%;
- подавление дребезга источника дискретного сигнала типа "сухой контакт";
- гальваническая изоляция между источником аналогового или цифрового сигнала и измерительного канала управляющего контроллера;
- гальваническая изоляция выходного канала управляющего контроллера, как цифрового, так и аналогового от исполнительного устройства;
- коммутация мощной нагрузки(1-20А) и ввод сигналов постоянного и переменного тока с номинальным значением напряжения до 280 В.

Модули УСО как отдельный тип сформировался недавно и в настоящее время еще используется благодаря своим преимуществам — низкая цена, исключение искажений низковольтных аналоговых сигналов, экономия кабельной продукции, простота проектирования и монтажа и т.п.

Представители:

- Analog Device (серии 5B, 7B),
- Grayhill (серии OpenLine, G5, Стандарт, Мини),

- Pepperl+Fush ELCON (серия HiD3000),
- Dataforth (SCMD),
- Advantech (Adam-3000)

1.1.3.2.5. Модульные ПЛК

Предпосылки:

- Удаленные датчики и регуляторы становятся интеллектуальными, что уменьшает количество требуемых измерительных входов в контроллерах и увеличивает требования к коммуникационным возможностям и модульности контроллеров.
- Тенденции разукрупнения схем управления АСУТП и перехода от иерархических к распределенным в угоду требованиям управляемости, живучести и реальному времени.

Для решения выделенных задач в современных автоматизированных системах сформировалась тенденция использования контроллеров с модульной организацией. В этой структуре контроллер разбивается на функциональные блоки—модули, связанные стандартными каналами связи.

Другими словами, модульные ПЛК отличает деструктуризация контроллера на отдельные взаимосвязанные блоки(логически изолированные компоненты).

Такой подход позволяет децентрализовать сложный механизм обработки данных, увеличивает гибкость системы, позволяя легко наращивать контроллер, добавляя необходимые модули на существующие каналы связи. А также при этом уменьшается затраты на его обслуживание, увеличивается скорость пуско-наладки, улучшается ремонтпригодность контроллера.

На сегодняшний день выделяют следующие два типа модульных ПЛК:

- интеллектуальные модули ввода вывода, объединенные стандартной параллельной шиной под управлением мощного вычислительного процессора в едином конструктиве.
- Распределенный ввод/вывод информации - интеллектуальные модули, объединенные полевой сетью.

Рассмотрим их более детально.

1.1.3.2.5.1. Интеллектуальные модули ввода вывода, объединенные стандартной параллельной шиной под управлением мощного вычислительного процессора в едином конструктиве

Контроллер разбивается на отдельные блоки (модули), при этом центральный процессор выполняется также в виде отдельного модуля.

Для физической реализации данного типа ПЛК все его блоки объединяются в едином конструктивном исполнении (конструктиве), объединены между собой линиями связи (внутриблочным интерфейсом), к ним должно быть подведено питание и т.д. Совокупность этих средств называется **платформой**.

Сегодня на рынке доминируют контроллеры со стандартными «внутриблочными» интерфейсами:

- уже зарекомендовавшим себя в офисных ПК - ISA, PCI или модифицированные под жесткие условия эксплуатации промышленных контроллеров – VMEbus, PC104.

Основным достоинством такого подхода является максимально гибкое удовлетворение запросов пользователей за счет создания различных модулей и возможности их произвольного сочетания в одном конструктиве.

Данные ПЛК ориентированны на решение сложных задач управления с мощным математическим аппаратом для средних и крупных участков АСУТП.

РС-совместимые контроллеры

Контроллеры данного класса характеризуется использованием как контроллеров на базе специализированных микропроцессоров и архитектур, так и контроллеров на базе РС-совместимой архитектуры.

Контроллеры на базе РС (PC based control), как правило, управляют сравнительно небольшими замкнутыми объектами. Общее число входов/выходов контроллера на базе РС обычно не превосходит нескольких десятков соединений, а набор функций предусматривает либо сложную обработку измерительной информации с расчетом нескольких управляющих команд, либо вычисления по специализированным формулам, аргументами которых выступают измеряемые величины.

В качестве периферийных плат промышленных компьютеров используются встраиваемые системы сбора данных, представляющие собой устанавливаемые в компьютер платы ввода/вывода для сопряжения компьютера с любыми исполнительными устройствами. Спектр плат сбора данных включает АЦП, ЦАП, платы дискретного ввода/вывода, платы со встроенными реле, платы сбора данных с термодатчиков (терморезисторов и термопар), устройства управления шаговыми двигателями, счетчики/таймеры. Этот набор инструментов позволяет решать любые задачи контроля и управления – от построения интеллектуальных зданий до автоматизации навигационных систем. Как правило, все платы сбора данных имеют драйвера для DOS, Windows, Linux и совместимы с популярной программой визуального контроля и управления LabView.

При программировании PC-совместимого контроллера программист может пользоваться любым известным ему компилятором, способным генерировать машинный код, работающий под управлением операционной среды контроллера (например, Си++), ему доступен BIOS, программные и аппаратные прерывания. При этом у разработчика не существует зависимости от конкретного производителя уникальной аппаратной архитектуры, и его программы работают одинаково корректно на PC-совместимых контроллерах разных производителей. Последнее, правда, справедливо в случае, если не используются уникальные аппаратные ресурсы конкретного контроллера. Но и в этом случае доработка программного обеспечения минимальна.

Сравнительный анализ современных ПЛК и PC-совместимых контроллеров

Программируемые логические контроллеры имеют по сравнению с PC контроллерами ряд преимуществ: выполнение программ действительно в реальном времени, большее быстродействие, значительно упрощенная архитектура (и как следствие повышенная надежность).

К недостаткам можно отнести необходимость наличия специализированного программного обеспечения и дополнительного обучения специалистов.

К важным достоинствам PC-совместимых контроллеров следует отнести:

- открытую архитектуру, легкость подключения любых блоков ввода/вывода, выпускаемых третьими фирмами,
- возможности по использованию широкой номенклатуры наработанного системного и прикладного программного обеспечения (операционных систем реального времени, баз данных, пакетов прикладных программ контроля и управления, протоколы

полевых шин). С производителя во многом снимается задача по программной поддержке своего изделия. Необходимо только добавлять библиотеки доступа к новым платам УСО.

- стоимость микросхем для производства процессорных модулей РС-совместимых контроллеров существенно ниже из-за огромных тиражей, которыми они выпускаются.
- высокая производительность позволяет возложить на программное обеспечение большое количество задач, которые решались раньше аппаратно. Это еще один фактор сокращения стоимости.
- при наличии Softlogic-систем с производителя контроллеров в случае выбора РС-архитектуры снимается проблема создания инструментальных средств программирования его изделий. При этом пользователь получает стандартные, уже известные ему, языки программирования контроллера.

К недостаткам можно отнести:

- требования РС-совместимых контроллеров к параметрам окружающей среды, которые не должны сильно отличаться от условий работы обычных офисных персональных компьютеров, так как используется одна и та же элементная база;
- низкая скорость старта РС-совместимого контроллера, так как при использовании универсальных операционных систем требуется дополнительное время на их загрузку и запуск приложения под их управлением.

При наличии большого количества плюсов и малых минусов (которые легко обходятся) большинство производителей, давно работающих на

рынке контроллеров, стали постепенно переходить на PC-платформу, а контроллеры переходят в класс интеллектуальных модулей УСО, для которых требования надежности и малой стоимости являются определяющими.

Представители:

А) Программируемые контроллеры

- контроллеры M3, M5 DeltaV фирмы Emerson
- ПЛК «КУРС-МКТ» ЗАО "ENTER+"
- ПЛК «Микротек»- НПФ "ИНТЕК"(ISA)
- "ДИРИЖЕР"-Программируемый контроллер ПКЭМ-3 в стандарте МЭК 1131 (VME-bus)
- ADAM-5000 фирмы Advantech
- FPC400 фирмы FESTO
- SMART I/O фирмы IsaGraf
- SysMac фирмы OMRON
- Контроллер "ЭЛСИ-Т" фирмы Элеси

Б) PC-совместимые контроллеры

- Контроллеры стандарта MicroPC фирмы Octagon Systems
- Контроллеры стандарта MicroPC фирмы Fastwel
- Контроллеры I-8000 и WinCon фирмы ICPCon

В качестве примера рассмотрим контроллер WinCon фирмы ICPCon. Они предназначены для установки в контроллеры 8000 серии и имеют гораздо более высокие скорости сбора данных – до 100 КГц. Контроллеры WinCon предназначены для создания распределенных систем сбора и обработки данных и предусматривают возможности подключения модулей ввода/вывода как по внутренней шине

контроллера, так и по последовательным портам или через сеть. Контроллеры WinCon оснащены Windows CE.Net и имеют мощность современных PC. Встроенные порты клавиатуры, мыши и монитора позволяют пользователям кодировать, отлаживать и тестировать программу управления на самом контроллере, а также непосредственно с него осуществлять управление технологическими процессами.

Недостатки:

- более высокая стоимость, по сравнению с одноплатными ПЛК, за счет необходимости введения дополнительных компонентов: разъемов, интерфейсных микросхем и т.п.

- конструктов контроллера ограничивает количество модулей ввода-вывода, а также является неоптимальным для небольшого(1-20)количества параметров.

- объединение модулей ввода-вывода в единый конструктив требует подводу кабелей с датчиков и исполнительных механизмов, что сказывается на затратах на монтаж, конфигурирование, диагностику, обслуживание и собственно, на саму кабельную систему.

- длина соединения между аналоговым выходом датчика и измерительным входом контроллера влияет на помехоустойчивостью данного канала, так как по кабелям от датчиков к модулям ввода-вывода передаются аналоговый сигнал критичный к электромагнитному излучению.

- используемая внутриблочная параллельная шины имеет более низкую надежность по сравнению с последовательной шиной, так как чем больше проводов, тем больше вероятность их обрыва, а ошибка на любом из проводе параллельной шине приводит к ее полной неработоспособности)

1.1.3.2.5.2. Распределенный ввод/вывод информации - интеллектуальные модули, объединенные полевой сетью под управлением концентратора(или без него).

Предпосылки:

Вышеперечисленные недостатки ПЛК с параллельной шиной направляют к тому, чтобы приблизить средний уровень к нижнему.

В результате вместо большого количества 2-х, 3-х и 4-проводных линий связи, идущих от множества датчиков и исполнительных механизмов к каналам мощного ПЛК, предлагается установка нескольких малых ПЛК в непосредственной близости с датчикам и исполнительными механизмами и связанными между собой и концентратором по последовательной шине.

Линейка интеллектуальных модулей позволяет решить в полном объеме требуемые задачи на данных объектах с лучшим критерием цена/функциональность. Данная система представляет также отличную функционально-структурную гибкость, когда при поэтапной автоматизации группа вновь установленных датчиков подключается к системе простым добавлением требуемого модуля на существующую сетевую линейку.

При этом интенсивность межмодульного взаимодействия снижена за счет реализации внутри интеллектуального модуля требуемых операций ввода/вывода, обработки и сжатия информации. Межмодульное взаимодействие в этом случае требуется только для получения информации о значениях параметров, необходимых для функционирования собственных алгоритмов управления и заданий/рапортов извне.

Данный класс можно назвать развитием рассмотренных выше аналоговых устройств сбора и обработки (УСО) связанный с внедрением интеллекта и перехода на последовательную шину.

В качестве концентратора, в зависимости от области применения, используются различные РС-совместимые решения:

- простой концентратор – промышленный ПК с WindowsCE, с последовательными портами (RS232, RS485) и Ethernet (Adam6500)
- концентратор с модулями ввода-вывода – модульный РС-совместимый контроллер
- концентратор с пультом оператора - промышленный панельный компьютер.
- концентратор с сервером – одноплатный компьютер

Представители:

- Серии ADAM-4000 и ADAM-6000 фирмы Advantech
- Серия I-7000 фирмы ICPCON
- Серия DECONT фирмы ДЭП
- Серия DCS-2000 фирмы “ЭМИКОН”
- Серия WAGO I/O фирмы WAGO
- Контроллеры МЕГА НПФ "ИНТЕК"
- Контроллеры GLADAM Фирма Геленджик
- Контроллеры УстиМ НИИАЭМ г. Томск

1.1.4. Верхний уровень АСУТП – серверы и АРМы операторов

Это уровень промышленного сервера и сети автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов, диспетчеров, установленных в различных помещениях и зданиях.

Промышленный сервер представляет собой высоконадежную отказоустойчивую вычислительную систему и обеспечивает накопление в реальном масштабе времени и надежное длительное хранение больших объемов технологической информации, а также доступ к ней с большого числа автоматизированных рабочих мест оперативного уровня.

АРМы образуют единый информационно-вычислительный комплекс (ИВК). ИВК реализует отображение в графическом виде технологической информации, обеспечивает выдачу аварийных сигналов и взаимодействие операторов с АСУ ТП, организует связь с другими системами управления. На этом уровне создаются как полностью дублирующие (равноправные по получаемым данным и по функциям управления) друг друга рабочие места, так и технологически ориентированные рабочие места, адекватно учитывающие специфику работы персонала и технологии участка производства.

1.1.4.1. Основные задачи, решаемые на уровне центрального пункта:

- Прием информации о контролируемых технологических параметрах от оборудования нижнего уровня;
- Сохранение принятой информации в единой базе данных;
- Обработка принятой информации – математическая обработка информации от «нижнего» уровня с целью получения реальной картины состояния всего технологического процесса;

- Графическое представление хода технологического процесса, а также принятой и архивной информации в удобной для восприятия форме;
- Непосредственное автоматическое управление технологическим процессом в соответствии с заданными алгоритмами;
- Автоматизированное управление, т.е. прием команд оператора и передача их в адрес контроллеров нижних уровней и исполнительных механизмов;
- Регистрация событий, связанных с контролируемым технологическим процессом и действиями персонала, ответственного за эксплуатацию и обслуживание системы;
- Оповещение эксплуатационного и обслуживающего персонала об обнаруженных аварийных событиях, связанных с контролируемым технологическим процессом и функционированием программно-аппаратных средств АСУТП с регистрацией действий персонала в аварийных ситуациях;
- Формирование сводок и других отчетных документов на основе архивной информации;
- Обмен информацией с автоматизированной системой управления предприятием.

1.1.4.2. К устройствам верхнего уровня автоматизации относятся:

- операторские станции, организующие информационное сопровождение и оперативное управление технологическим процессом;
- инженерные станции, организующие доступ инженера к программному обеспечению для отладки и тестирования;

- архивные и расчетные станции, реализующие функции полномасштабной АСУТП;
- станции управления (процессорные станции), реализующие ввод и обработку информации, формирование алгоритмов управления и вывод управляющих воздействий в схемы управления арматурой и механизмами;
- сетевое оборудование, обеспечивающее передачу информации и управления между станциями и устройствами ПЛК;
- устройства связи с другими ПЛК или АСУ или устройства удаленного доступа.

3.2 Перечень SCADA-систем

популярных на западном и российском рынках SCADA-систем, имеющих поддержку в России:

SCADA	Фирма-изготовитель	Страна
Factory Link	United States DATA Co.	США
InTouch	Wonderware	США
Genesis	Iconics	США
WinCC	Siemens	Германия
RealFlex	BJ Software Systems	США
Sitex	Jade Software	Англия
FIX	Intellution	США
Trace Mode	AdAstra	Россия
Simplicity	GE Fanuc	Россия

	Automation	
RSView	Rockwell Software Inc.	США

1.1.5. Проблемы современных АСУТП распределенных производств

1) Низкая эффективность построения АСУТП

Основные определения и научные основы построения АСУТП были детально изложены еще в начале 90-х годов учеными А.А.Амбарцумян, И.В. Прангишвили и до сегодняшнего времени изменились незначительно. А вот что касается технических средств, то на тот момент выработанные теоретические основы АСУТП были скорректированы под ограничение существующих на рынке технических средств. Далее, в связи с развитием научного прогресса осуществлялось уменьшение ограничений технических средств под разработанную теорию, а сами научные требования к АСУТП практически не менялась. В результате техника обогнала теорию и мы подошли к черте, когда уже невозможно решить современные задачи, поставленные перед АСУТП, только за счет улучшения технических характеристик средств. Встает вопрос «почему на рынке много готовых систем и модулей, а степень автоматизации на предприятиях низкая?».

Но после бурного развития технических средств, данная теория уже основательно устарела, и не удовлетворяет современным требованиям, предъявляемым к системам АСУТП.

2) Низкая экономическая эффективность внедрения АСУТП

Анализируя отзывы эксплуатационного персонала и руководителей предприятий по внедренным в последние время системам, прослеживается общая закономерность, что экономическая выгода и эффективность данных систем много меньше запланированной. Основными причинами данной ситуации на взгляд автора является:

○ *«Стрельба по площадям»*

Вначале устанавливают систему автоматизации, а только потом начинают думать, как ее окупить, то есть получить экономическую выгоду от внедрения. В итоге у специалистов предприятия имеется огромная база данных параметров работы производства, а средств ее анализа нет, либо нужно дополнительно ее обрабатывать, чтобы получить архив нужных параметров.

Важно выбрать «правильные» средства, которые позволяют эксплуатировать системы автоматизации с минимальными затратами. В основном данная проблема вытекает из некачественной проработки технического задания на разработку АСУТП, в котором не прорабатывается определение необходимого и достаточного объема автоматизации.

Решением данной проблемы может служить поэтапная автоматизация, когда на каждом этапе ведется поиск ключевых точек, дающих максимальный экономический эффект с минимальными затратами на оборудование.

○ *«Автоматизация ради автоматизации»*

Рынок автоматизации в настоящее время переживает настоящий бум в своем развитии, практически все новые стандарты во многих областях требуют внедрения на производствах автоматизированных систем управления.

И зачастую, задача по выбору структуры и объемов автоматизации ставится не перед руководителями производственных подразделений и технологами, а перед специалистами по автоматизации или фирмами-интеграторами. Данные фирмы уже имеют некоторое количество заготовок под " типовые " предприятия определенного профиля. С одной стороны наличие такой заготовки может существенно уменьшить время и стоимость внедрения, но с другой стороны происходит подстройка индивидуальной структуры производства под типовую АСУТП. Это влечет за собой автоматизацию ради самой автоматизации, гонку средств автоматизации, в которой забываются реальные проблемы и задачи производства. Системы автоматизации разрабатываются не под особенности конкретного производства, а под поставляемые ими технические средства.

В данном случае структура АСУТП не будет соответствовать структуре автоматизируемого производства, а значит и не будет оптимальна с точки зрения информационных потоков и контуров управления.

А как показывает опыт успешных внедрений АСУТП, реальный экономический эффект от автоматизации будет только в том случае, если необходимые объемы и этапы автоматизации вырабатываются с учетом пожеланий специалистов предприятия различного уровня.

К примеру, при разработке системы забыли автоматизировать один параметр, без которого не возможен подсчет баланса и т.д.

3) Низкая техническая эффективность уже внедренных АСУТП

Системы автоматизации, внедренные в 80-90е годы, характеризуются как единичные разработки, жестко ориентированные под конкретное производство и не учитывающие процессы его развития, что привело к малому времени жизни данных систем. Данные системы характеризуются как локальные системы, выполняющие «кусочную» автоматизацию с низким уровнем унификации и отсутствием единых технических решений. Данные обстоятельства привели к необходимости модернизации подобных систем автоматизации.

Существенное снижение остроты проблемы может быть достигнуто при поэтапной модернизации путем внедрения относительно недорогих, локальных наращиваемых систем, которые бы вписывались в существующие системы и расширялись по мере наращивания. Для этого внедряемая система должна удовлетворять принципам открытости и функционально-структурной гибкости. Применительно к распределенным АСУТП, в первую очередь это относится к среднему уровню систем автоматизации – контроллерам и интерфейсам связи.

4) Неготовность эксплуатационного персонала к внедрению АСУТП

Бурное внедрения на различных уровнях производства автоматизированных систем управления технологическими процессами предъявляет новые требования к обслуживающему персоналу, службам АСУ и КИПиА.

Для подготовки специалистов в области АСУТП в технических ВУЗах все актуальнее встает вопрос о подготовке специалистов в этой области и введению в учебный процесс курсов по изучению систем автоматизации. Если теоретические дисциплины и можно изучать без лабораторных работ, то проблемы и решения в области АСУТП невозможно освоить без навыков работы с данными системами.

1.1.6. Задачи производств, решаемые с помощью внедрения АСУТП

1. Достижение максимального КПД производства

Другими словами данная задача выражается как повышение объема выпускаемой продукции, или добыча и поставка максимального объема сырья с минимальными затратами.

Пути решения, реализуемые с помощью РАСУТП:

- оптимизация технологического процесса, технологический цикл и участвующее в нем оборудование, на основании анализа накопленной информации о технологическом процессе.

Основываясь на анализе информации о ходе технологического процесса, автоматизированная система должна прогнозировать его дальнейшее поведение, производить настройку параметров технологического процесса самостоятельно или выдавать рекомендации обслуживающему персоналу для достижения максимального КПД работы производства.

Однако данное решение возможно лишь при наличии объективной и наиболее полной информации о состоянии технологического процесса и обслуживающего его оборудования.

2. Повышение качества выпускаемой продукции

Для решения этой задачи необходимо повышение точности контроля и управления технологическими процессами и объектами, внедрение математических методов оптимизации и т.д.

3. Обеспечение надежного функционирования производства - предотвращение аварий и нештатных ситуаций.

Основываясь на результатах анализа работы оборудования, автоматизированная система должна прогнозировать дальнейшее его

поведение и своевременно извещать обслуживающий персонал о возможных аварийных ситуациях и/или изменять функционирование технологического процесса для предотвращения аварий.

Автоматизированная система на предприятии призвана продлить ресурс оборудования (увеличение межремонтных сроков работы) за счет функций контроля и своевременного устранения отклонения в характеристиках его работы. Она призвана свести к минимуму остановки в работе оборудования за счет рациональной организации технологических режимов с учетом оптимальной загрузки всего технологического оборудования.

4. Снижение трудовых и экономических затрат на обслуживание технологического процесса.

Под данными затратами понимаются затраты на тепло-, водо- и электроэнергию и обслуживающий персонал.

Первая задача решается с АСУТП путем строгого учета распределения данной энергии по предприятию (технический учет) в реальном масштабе времени, для быстрого реагирования на устранение ее утечек и потерь.

Задача учета включает в себя оперативное построение/формирование полных технологических и технико-экономических балансов для любых технологических узлов/участков/цехов с использованием технико-экономических показателей (ТЭП), включая приведенные и удельные показатели (например, удельное энергопотребление и т.п.);

На производстве, где внедрена и используется АСУТП задействовано минимальное количество работников, необходимых для принятия оперативных решений и корректировки алгоритмов работы управления технологическим процессом.

5. Повышение безопасности производства и снижение отрицательного влияния его на окружающую среду.

- исключение из технологического процесса «человеческого» фактора и ошибок, с ним связанных;
- постоянный контроль параметров для поддержания их в заданных пределах и выполнения автоматических блокировок при выходе параметров за аварийные пределы.

6. Повышение эффективности использования персонала и обеспечение более комфортных условий его труда

- снижение трудоемкости управления технологическими процессами путем полной автоматизации производства
- обеспечение возможности дистанционного доступа к технологической информации служб диспетчеризации и ведущих специалистов для принятия ими оперативных решений и взаимного формирования стратегических прогнозов и планов;
- исключение необходимости постоянного присутствия обслуживающего персонала на удаленных и опасных объектах.
- наличие, предоставляемой АСУТП, информации о ходе технологического процесса и причинах его неполадок, позволяет более эффективно использовать рабочий персонал, направляя к требуемому участку ТП только тех специалистов, которые могут сразу устранить причину. Этот аспект является наиболее значимым для распределенных производств, в которых большая часть объектов технологического процесса территориально рассредоточена на большие расстояния.

1.1.7. Специфика АСУТП распределенных производств

В настоящее время на рынке АСУТП идет переход от централизованных архитектур построения систем к децентрализованным. Это обусловлено многими факторами, приведем **основные преимущества** распределенных систем АСУТП перед централизованными:

- возможно поэтапное внедрение системы, так как децентрализация делает отдельные элементы и узлы системы относительно независимыми и автономными, что позволяет получить реальный технико-экономический эффект уже на первых этапах;
- децентрализованные системы обладают большей гибкостью - упрощается наращивание (развитие) системы, снижаются расходы на модернизацию. Это относится как к возможности постепенного изменения структур, связанных с развитием предприятия, так и к возможности оперативного перепланирования в связи с возникновением нештатных ситуаций;
- стоимость работ по установке, тестированию, вводу в эксплуатацию и сопровождению распределенной системы гораздо ниже, чем сосредоточенной;
- принцип распределенности и стремительное удешевление вычислительной техники, позволяет интегрировать «интеллект» в непосредственной близости к контролируемым объектам технологических процессов, другими словами приблизить мощность современных вычислительных средств к объекту управления. Вычислительный интеллект “приближается” к оборудованию нижнего уровня АСУТП - «распределенный интеллект». Это дает следующие преимущества:
 - информация обрабатывается в месте ее получения, это позволяет увеличивать быстродействие системы;

- значительно сокращаются затраты на кабельные коммуникации, идущие к датчикам и требования к их качеству, поскольку вместо аналоговых сигналов передаются цифровые;
- повышается живучесть всей системы. Перераспределение вычислительных мощностей способствует ликвидации узких мест. Появляется возможность временно исключать из сети отказавшие элементы. Наиболее критически важные узлы легко дублируются.

АСУ ТП распределенных производств строятся на базе объектов, расположенных на различных, отчасти далеко расположенных, закрытых и открытых площадках.

Следует заметить, что общая идеология(принципы) и структура систем автоматизации для них не отличаются от АСУ ТП для других производств.

Опираясь на вышеизложенные функции децентрализованных АСУТП и беря во внимание приведенные ранее определения и проблемы распределенных производств, выделим следующие **специфические отличия** АСУТП для распределенных производств:

- значительная территориальная расредоточенность объектов технологического процесса;
- небольшое количество обрабатываемых технологических параметров на удаленном объекте;
- наличие протяженных каналов обмена данными (обычно до десятков км) и в разнообразие физической реализации данных каналов в пределах одной системы(подсистемы);
- требования к полной автономности и работы отдельных узлов производства с централизованным управлением от диспетчерского центра;

- высокая структурированность распределенных производств, то есть как правило каждое подразделение (участок, технологическая установка и т.п.) имеют высокую степень функциональной законченности и управление технологическими процессами на них не требует использования информации с других технологических объектов с высокой степенью оперативности;
- отсутствие постоянно присутствующего обслуживающего персонала, поэтому, при возникновении аварийных ситуаций на таких узлах, интервал времени от момента получения диспетчером информации об аварии до начала ремонтных работ измеряется(составляет) часами, в крайнем случаи, десятками минут, в связи с чем оперативность обеспечения информацией об возникновении аварийной ситуации может быть сравнительно невысокой – в пределах десятков секунд и даже нескольких минут и для обеспечения эффективной диспетчерской деятельности можно использовать сетевые средства с относительно невысокой скоростью передачи данных.

1.1.Лаборатории АСУТП

1.1.1. Введение в лаборатории

Поэтому, студенты всех специальностей, имеющих в учебном плане дисциплины, связанные с изучением методов и средств автоматизации производства, должны выполнять лабораторные работы, направленные на изучение современной микропроцессорной и преобразовательной техники, сетевых технологий, программного обеспечения верхнего уровня АСУТП (SCADA-систем) и систем управления производством.

Под лабораторным учебным комплексом, следует понимать набор модулей, отражающих основные стороны учебного процесса:

- теоретический или базовый модуль. Он представлен в общем случае методическим пособием или электронным учебником. Данный модуль призван обеспечить необходимую теоретическую и методическую базу для самостоятельного изучения состава и возможностей лабораторного стенда (комплекса);
- модуль лабораторного практикума (стенд). Данный модуль направлен на обеспечение необходимой базы для отработки практических умений, востребованных на реальном производстве, здесь формируются профессиональные навыки и опыт работы с системами и средствами АСУТП;
- модуль проверки знаний и умений обучаемого. Похожий модуль присутствует в любом учебном процессе. Применительно к лабораториям АСУТП он помимо стандартных функций, должен содержать механизм проверки полученных навыков студентов в поиске и устранении неисправности в любом устройстве системы.

На сегодняшний день учебные лабораторные комплексы для изучения систем и средств АСУТП, на три категории:

- Первая категория - это лаборатории направленные на изучение отдельных типов устройств, фрагментов или подуровней систем автоматизации (датчики, контроллеры, ПИД-регуляторы и т.д.). Данные лаборатории позволяют обучить основам разработки отдельных составляющих систем автоматизации, но не дают общесистемных знаний и навыков комплексной разработки АСУТП.
- Вторая категория – это лаборатории конкретной фирмы разрабатывающей или поставляющей на рынок АСУТП России продукцию. Данные лаборатории предоставляют всю систему АСУТП от физического объекта до студента-оператора, что выгодно отличает их от первой категории. Но в основном данные системы являются закрытыми - не предоставляет исходных кодов и средств разработки на свои продукты. Данный аспект ограничивает применение подобных лабораторных комплексов в учебном процессе - системы можно только изучить, но получить реальные навыки разработки и конфигурирования невозможно.
- Третья категория – открытые комплексные лаборатории АСУТП - от технологического объекта до АРМ оператора. Данные системы можно не только изучить, но и получить реальные навыки разработки и конфигурирования. Данная категория и будет основой для изучения.

По каждой лаборатории должен быть разработан комплект необходимой эксплуатационной документации:

- Паспорта на разработанные автором устройства, включающие принципиальные электрические схемы и алгоритмы программ;

- руководство администратора, включающее сборочный чертеж стенда, методику запуска(инсталляции), техническое описание функциональных элементов, входящих в состав стендов;
- учебно-методические пособия по практическим занятиям и лабораторным работам (аннотации лабораторных работ: тема, примерное содержание, объем часов, на чем базируется, состав лабораторной установки, содержание отчета, примеры контрольных вопросов);

1.1.2. Функции лаборатории АСУТП

Выделим основные функции, решаемые данным классом лабораторий:

- формирование информационно-технической среды для разработки АСУТП;
- отработку технологии реализации полигонных версий АСУТП;
- разработку методического обеспечения для обучения новой технологии АСУТП;
- обеспечивают возможность реализации комплексного подхода к изучению на их основе всех этапов создания и эксплуатации АСУТП.
- позволяет изучить виртуальную структуру и библиотеки алгоритмов;
- позволяет на практике исследовать алгоритмические схемы типовых задач АСУТП (ввода и обработки информации, сопряжения с исполнительными устройствами, автоматическое регулирование и др.).
- обеспечивает изучение и опробование управления исполнительными устройствами технологическим оборудованием с помощью операторского интерфейса, опробование типовых и отработку новых алгоритмов управления.

- позволяет изучить функционирование архивной, инженерной, событийной и других станций АСУТП.
- изучается технология ручной настройки алгоритмов систем регулирования с уровня инженерной станции, а также технология автоматизированной настройки систем регулирования.

1.1.3. Типовой лабораторный стенд АСУТП включает в себя:

- физический объект – может быть использован от старого стенда, так как физические процессы практически не изменились (терморегулирование, водораспределение и т.д.)
- набор датчиков и исполнительных механизмов – данный комплект подбирается для каждого параметра на физическом объекте из представленных на рынке средств,
- программируемый логический контроллер (ПЛК) – его функции будут уникальны для конкретного физического объекта, а характеристики каналов ввода-вывода соответствовать выбранным датчикам и исполнительным механизмам. В силу этого, подобрать ПЛК, удовлетворяющего задачам конкретной лаборатории, с накладываемыми ограничениями по цене и открытости, будет достаточно сложной задачей. Поэтому в представленных ниже лабораториях использовались разработанный автором ПЛК и средства связи;
- персональный компьютер с программным обеспечением (SCADA-система) – для ВУЗов все зарубежные и российские фирмы-разработчики подобных систем с радостью предоставляют демонстрационные версии своих SCADA-систем, которые имеют основное ограничение – время непрерывной работы, что для учебной задачи не является препятствием.

1.1.4. Тематический план лабораторных работ

1. Обзор продукции
2. Изучение общей структуры, функций и возможностей лабораторного комплекса
3. Изучение общей структуры, функций и возможностей SCADA-системы
 - 3.1. Изучение редактора мнемосхем и создание мнемосхемы тех.процесса комплекса
4. Изучение структуры, функций и возможностей контроллера
 - 4.1. Подключение контроллера, настройка и конфигурирование.
5. Изучение структуры, функций и возможностей внешних модулей.
6. Создание и настройка стенда на контроль и управление процессом контроля и управления объектом
7. Проведение регулирования с записью графиков процесса:

Отличительная особенность! В последней итоговой лабораторной работе студенту ставится задача устранить неисправность, из-за которой показания вторичного прибора не соответствуют действительности. В работе предусмотрен ряд типичных неисправностей, с помощью которых можно сформировать множество вариантов.

1.1.5. Дистанционные лаборатории

В настоящее время автором ведется работа по созданию дистанционной лаборатории изучения АСУТП.

Эта направление становится чрезвычайно актуальной в силу того, что уже в каждом техническом вузе есть институт дистанционного образования.

Студент с помощью Интернета может не только получать методические пособия, но дистанционно выполнить на установленном в

вузе стенде лабораторную работу по изучению микропроцессорной техники и систем АСУТП.

Возможность непосредственно контролировать и изменять параметры стенда с удаленных рабочих мест, отрабатывать и проверять знания на реальном оборудовании резко повышает эффективность обучения.

Идея дистанционных лабораторий обсуждается и разрабатывается уже довольно длительное время, но разработка имеющихся концепций заканчивается, в основном, либо созданием обучающих программ по методу электронного учебника, либо созданием систем моделирования, с возможностью проводить численные расчеты и исследования моделей с использованием удаленного доступа.

Основной задачей исследования ставится как перевод уже существующих лабораторий (к примеру описанных выше) так и создание новых стендов с механизмами удаленной работы.

Механизм удаленной работы в общем случае должен осуществлять:

- возможность удаленного доступа к методическим пособиям и методике проведения работы для самостоятельного изучения состава и возможностей лаборатории;
- выполнение процедуры допуска студента к работе - предоставить контрольные вопросы для проверки теоретической подготовленности студентов к лабораторной работе; В положительном результате допуска студенту предоставляется его личное расписание работы со стендом. Предоставление монопольного доступа пользователя к стенду (разграничение пользователей по времени) является специфической чертой данной лаборатории, так как студенты работают не на

виртуальном, а на реальном оборудовании. В индивидуальном расписании студента, выдаваемого ему после прохождения допуска к лабораторной жестко заданы временные рамки работы.

- ведение учетных записей студентов с результатами ответов на тесты и результатами выполнения лабораторных работ;
- автоматическая подготовка стенда к началу работ и самовозврат стенда к первоначальному состоянию по завершению с ним работы отдельного пользователя)
- наличие "имитатора" стенда (программа имитирующая изучаемый стенд) для отработки знаний студентов перед выполнением лабораторной на реальном оборудовании.

Низкие требования к качеству и стабильности канала связи – должно обеспечиваться буферирование и обратная связь по доставки сообщений.

3.3

3.4 Цели и задачи научных исследований на групповое проектное обучение по теме «Разработка АСУТП»

Из приведенных выше проблем современных АСУТП, автором определены следующие **задачи исследования**:

1) Изучение АСУТП распределенных производств.

Направление исследований для решения данной задачи направлены на выделение проблем распределенных производств, решаемых посредством внедрения АСУТП, а также на изучение структуры, функции и специфических отличий АСУТП для распределенных производств.

Решение данных задач позволит адаптировать теоретические основы построения АСУТП под новые технические средства, путем выработки требований к функциям и задачам на всех уровнях АСУТП для рассматриваемых распределенных производств.

Проведенные научно-аналитические исследования, а также накопленный автором опыт в разработке как отдельных технических средств, так и законченных систем АСУТП распределенных производств позволяет сформулировать в настоящей работе основные проблемы и предложить детальные требования к построению систем и средств АСУТП.

2) Изучение современного состояния рынка контроллеров для АСУТП с целью выделения наиболее полного комплекса требований к данным устройствам.

Основной упор в исследованиях делается на проработку среднего уровня АСУТП, как наиболее специфичный и критичный уровень для рассматриваемых распределенных производств.

Исследования в области разработки научных основ построения контроллеров для АСУТП приведены в работах (см. список литературы в конце пособия). Но ни в одной работе не был приведен полный комплекс требований к контроллерам среднего уровня АСУТП, освещающий различные точки зрения: разработчика, системного интегратора, эксплуатационного персонала.

Выбор конкретного контроллера для конкретной АСУТП является многофакторной задачей и определяется как требованиями технологического процесса, так и стоимостью аппаратных, программных средств, наличием средств разработки и отладки, поддержкой сетевого взаимодействия.

Научные исследования должны быть направлены на анализ истории развития промышленных контроллеров для АСУТП, а также анализ опыта разработки технических средств среднего уровня АСУТП распределенных производств.

Данные исследования призваны оказать помощь при разработке новых контроллеров АСУТП, так и при модернизации уже существующих АСУТП распределенных производств.

4) Разработка технических решений внедрения в учебный процесс лабораторий по изучению средств (контроллеров) и систем автоматизации технологических процессов.

От уровня лабораторий используемых в учебном процессе существенно зависит качество инженерного образования, востребованность специалистов и в значительной степени эффективность использования новых функциональных возможностей АСУТП.

Для решения данной задачи необходимо провести анализ существующих форм изучения систем и средств АСУТП в ВУЗах, а также предложить собственные технические и методические решения по внедрению лабораторий АСУТП в учебный процесс:

- Лаборатории изучения контроллеров - для углубленного изучения принципов организации промышленных контроллеров и получения практических навыков проектирования и программирования данных устройств;
- Лаборатории изучения АСУТП –для изучения цельных автоматизированных систем, содержащих реальный физический объект, набор датчиков и исполнительных механизмов, программируемый логический контроллер, средства связи и персональный компьютер с программным обеспечением (SCADA-система). С их помощью проводят изучение всех этапов создания и эксплуатации АСУТП, исследуют алгоритмические схемы решения типовых задач АСУТП.

2. Приложение №1 Курсовые работы по первой теме ГПО – разработка контроллеров

2.1.Методические указания по выполнению курсового проекта №1

Требования к данному курсовому аналогичны требованиям к индивидуальным работам №1 и №2 из учебного пособия автора «Микропроцессорные устройства в системах управления».

Но варианты заданий, приведенные ниже, более сложные и требует более серьезной их проработки.

2.2.Методические указания по выполнению курсового проекта №2

Целью курсового является – разработка студентом схемы, алгоритма и программы для конкретного микроконтроллерного устройства.

2.2.1. Типовое задание выполнение этапов

- Анализ предложенного задания – обзор информационно-справочного материала по предложенной теме, поиск аналогов.
- Разработка структурной схемы устройства и схемы подключения микроконтроллера в устройстве.
- Создание алгоритма работы МК.
- Разработка программы МК.

2.2.2. Требования к выполнению этапов

Анализ предложенного задания

- Студенту необходимо изучить предложенное задание, произвести обзор информационно-справочного материала для детального ознакомления.

- Поставить основные цели, задачи и функции разрабатываемого устройства;

Разработка структурной схемы устройства и схемы подключения микроконтроллера в устройстве

- представить внутреннюю структуру устройства с указанием основных его блоков и их взаимосвязи);
- Детально расписать схему подключения МК в устройстве (питание, тактирование, сброс, входные и выходные цепи(напряжение, ток, частота), используемые встроенные блоки МК и т.д.

Создание алгоритма работы МК

Алгоритм должен включать в себя:

1) Блок инициализации:

- а. инициализация всех используемых портов ввода/вывода;
- б. инициализация всех внутренних и внешних устройств после подачи питания на микропроцессор с указанием цифровых значений регистров (Пример: запуск таймера1 с тактированием периодом в 100мксек);
- с. разрешение используемых прерываний.

2) тело основного цикла

3) Процедуры обработки прерываний.

Рекомендуется использовать прерывания, переход в режим низкого энергопотребления.

Разработка программы МК.

В программе необходимо оперировать внутренними регистрами ОЗУ контроллера, на которые проецируются состояние и команды на внешние выходы контроллера, а также флаги и команды управления внутренними блоками (таймерами, АЦП, UART). Для более полной информации

смотрите учебное пособие автора «Микропроцессорные устройства в системах управления»

2.2.3. Требования к оформлению отчета по курсовому №2

Введение (постановка задачи).

1. Назначение и характеристика программы (название, область применения, ограничения, язык программирования, используемая память).
 - 2..Используемая информация (входные данные и сигналы, нормативно-справочная информация, промежуточная информация, используемая в программе).
 3. Результаты решения задачи (выходные данные и сигналы).
 4. Техническая сущность задачи (описание способа решение, используемые математические методы, формулы, последовательность действий).
 5. Алгоритм решения задачи (схема алгоритма и ее описание).
 - 6..Программа оформленная в виде команд на любом языке программирования и подробный комментарий к каждой команде.
- Заключение (основные результаты и выводы).

2.2.4. Варианты заданий по курсовому №2

1. Устройство обработки внешнего широтно-импульсного сигнала
Устройство предназначено для измерения и индикации на порту МК внешнего широтно-импульсного сигнала. Диапазон частоты от 0,1Гц до 10кГц, форма сигнала – прямоугольник, скважность от 0 до 100%.

2. Устройство обработки внешнего частотного сигнала Устройство предназначено для измерения и индикации на порту МК внешнего частотного сигнала. Диапазон частоты от 0,1Гц до 10кГц,
3. Метроном музыканта - Этот прибор обычно используют при обучении игре на музыкальных инструментах как задатчик темпа исполнения Прибор должен задавать любой темп от Largo до Prestissimo, тактовый размер - 2/4, 3/4, 4/4
4. Контроллер велотренажера(скорость, путь, пульс и т.д.)
5. Частотомер на 8 каналов от 1 Гц до 10МГц (точность не менее 16бит)
6. контроллер управления микроволновкой
7. охранный сигнализация с возможностью отключения путем ввода пароля
8. контроллер управления лифтом (номер этажа, таймаут закрытия дверей, вызов и т.д.)
9. преобразователь двоичного кода в частотный сигнал и обратно (кнопки передача, прием)
10. преобразователь двоичного кода в широтно-импульсный сигнал и обратно (кнопки передача, прием)
11. преобразователь двоичного кода в синхронный интерфейс и обратно (кнопки передача, прием)
12. преобразователь двоичного кода в асинхронный интерфейс и обратно (кнопки передача, прием)
13. контроллер игрового автомата (2 цифры меняются с разной частотой и при нажатии кнопки стоп – останов счета, если цифры совпадут, то горит светодиод «выигрыш» иначе «проигрыш»)
14. контроллер игры на быстроту реакции на одном порту МК случайным образом загораются и гаснут лампочки, а игрок должен

успеть нажать соответствующую кнопку на другом порту, вести счет совпадений.

15. контроллер игры на память на одном порту МК случайным образом загораются одновременно 3 лампочки и гаснут, а игрок должен нажать соответствующие кнопки без ошибки, вести счет совпадений.
16. Метроном музыканта Этот прибор обычно используют при обучении игре на музыкальных инструментах как задатчик темпа исполнения. Прибор должен задавать любой темп от Largo до Prestissimo, тактовый размер - $\frac{2}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{4}$, $\frac{5}{4}$ и $\frac{6}{4}$ с сильными и слабыми долями такта

2.3. Методические указания по выполнению курсового проекта №3

Методические указания к данному курсовому приведены в пункте 6 учебного пособия автора «Микропроцессорные устройства в системах управления».

3. Приложение №2 Курсовые работы по второй теме ГПО – разработка АСУТП

3.1. Методика по выполнению курсовой работы №1

Цель –закрепление теоретических знаний и формирование практических навыков по проектированию систем автоматизации, а также приобретение навыков работы с информационно-справочным материалом.

Основная задача курсового – приобретение практических навыков в проведении предварительного обследования производств перед внедрением на них автоматизированных систем управления.

При создании информационной системы управления (ИСУ) предприятием обычно выделяются три основных этапа: предпроектный, проектный и послепроектный. Однако до начала работ по созданию ИСУ (даже до принятия решения об этом) необходимо провести обследование предприятия, которое предлагается назвать *предварительным*. Существует недопонимание роли предварительного обследования, и довольно часто его смешивают с предпроектным. Но предпроектное обследование проводится тогда, когда уже принято решение об использовании ИСУ на предприятии.

Это обследование является задачей консалтинга в области информационных технологий (ИТ консалтинга) и проводится либо собственными силами, либо поставщиками информационных систем, либо консалтинговыми фирмами.

Внешние консультанты нужны не потому, что есть сомнение в квалификации собственных специалистов – на всяком предприятии, как правило, имеется группа людей способных и поставить "диагноз", и выбрать систему, но:

– консультанты консалтинговой фирмы специализируются на подобных задачах и имеют большую практику;

- над консультантами не довлеет опыт работы на данном предприятии и потому они независимы и, следовательно, более объективны – у них так называемый "взгляд со стороны".

Ответы на эти вопросы и составляют *цель данного курсового*:

- возможно, ряд проблем можно решить и без ИСУ; действительно ли сегодня для предприятия необходима ИСУ?
- какого масштаба ИСУ необходима?
- готово ли предприятие к внедрению современной крупномасштабной ИСУ?
- какую ИСУ выбрать?

Типовое задание на курсовой предполагает выполнение этапов:

1. определение целей и задач управления предприятием;
2. анализ и описание задач управления;
3. анализ структуры предприятия;
4. выделение и анализ подразделений, играющих ключевую роль в эффективности управления;
5. анализ существующих информационных систем на предприятии;
6. определение необходимой "глубины" автоматизации;
7. Обоснование экономической эффективности и целесообразности работ

3.1.1. Определение целей и задач управления предприятием

можно выделить следующие общие цели:

- увеличение производительности;
- снижение затрат;
- увеличение возвратности инвестиций;

- повышение качества услуг;
- увеличение прибыли.

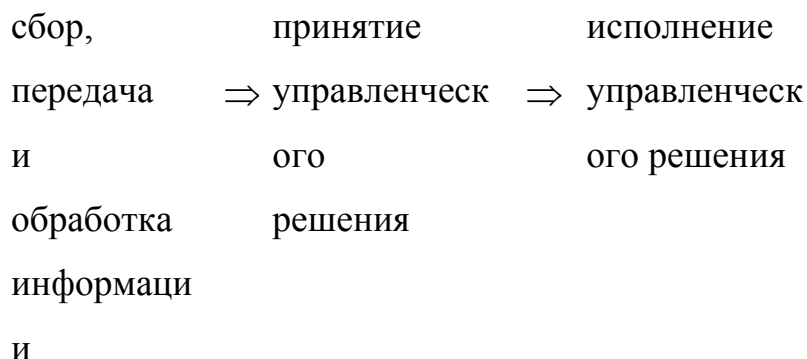
Наряду с этими действительно важными целями, у каждого предприятия существуют свои стратегические задачи, связанные как с профилем предприятия, так и с региональными особенностями. Пример:

- Установление и поддержание оптимального уровня производства основных видов товарной продукции в увязке со сбытом при разумной ценовой политике.
- Сохранение персонала и рабочих мест, непринятие "новых теорий" неизбежности массовых сокращений и безработицы, губительных для таких отдаленных и маленьких городов;
- совершенствование системы оплаты труда и стимулирования труда работников при сдержанном и взвешенном подходе к уровню заработной платы.
- Снижение затрат на производство, приведение их в соответствие с доходной частью с минимально необходимым уровнем рентабельности.
- Диверсификация производства с целью создания относительно автономных источников обеспечения работников комбината и их семей, а также жителей города услугами, продовольственными и промышленными товарами.
- Техническое перевооружение производства с целью повышения производительности труда, экономии ресурсов, наращивания объемов и улучшения потребительских свойств конкурентоспособной продукции.

3.1.2. Анализ задач управления

В системе управления предприятием можно выделить два основных участника: *объект управления* – предприятие и *субъект управления* – руководство предприятия (аналогичным образом можно рассматривать не

только предприятие в целом, но и любое его подразделение). Процесс управления проходит три этапа:



Центральным вопросом управления является принятие управленческого решения. Если оно не волюнтаристское, то должно приниматься на основании:

- информации о состоянии окружающей среды, воздействующей на объект управления (входная информация);
- информации о работе объекта (выходная информация);
- целей управления;
- моделей объекта;
- алгоритмов управления.

Информация о состоянии окружающей среды (цены на сырье, спрос на продукцию, налоги, законы и т.п.) поступает от внешних организаций.

Информация о работе предприятия (объем произведенной продукции и услуг, прибыль, уплаченные налоги, штрафы и т.п.) поступает из его основных служб, таких как планово-финансовый отдел, бухгалтерия, отдел кадров и др.

Цели управления определяются собственником предприятия (министерством, акционерным обществом). С целью управления неразрывно связаны ограничения на управление, в частности, ресурсные.

Ограничения диктуются собственником предприятия, а также законами, инструкциями и т.п.

Модели функционирования предприятия представляют собой, в первую очередь, знания и опыт руководителей, с другой стороны, это могут быть различные структурные схемы, информационные, функциональные и математические модели. Они помогают выбрать приемлемый алгоритм управления, а также – прогнозировать последствия управления.

Алгоритмы управления – это те действия, которые необходимо выполнить для достижения цели управления. Они также представлены знаниями и опытом руководителей, к алгоритмам также можно отнести инструкции, регламенты, методики, рекомендации.

Кроме того, сам факт принятия управленческого решения еще не гарантирует исполнение последнего – необходима система контроля исполнения управленческого решения (кто, как, когда, почему выполнил или не выполнил решение).

Из всего вышесказанного вытекает ***основная цель внедрения ИСУ – информационное обеспечение процессов принятия управленческих решений.***

На этапе предварительного обследования необходимо выяснить наиболее важные задачи управления и используемое для них информационное обеспечение: как (кем) инициируется задача управления, на основании какой информации и с какой периодичностью принимаются управленческие решения, откуда и в каком виде эта информация поступает, как контролируется исполнение решений? При этом надо различать задачи кратко-, средне- и долгосрочного управления (оперативное и стратегическое управление), поскольку они требуют различного информационного обеспечения. Результатом этого этапа должно быть построение *моделей управления* типа "как хотелось бы

управлять" – субъективный взгляд руководства на свои задачи управления и типа "как есть" – результат анализа работы предприятия.

3.1.3. Описание задач управления

На верхнем уровне управления предприятием обычно решаются следующие задачи:

- формирование стратегий развития предприятия;
- решения по структуре предприятия;
- решения по структуре учетных данных;
- выбор учетной политики организации.

Одним из важнейших направлений управления предприятием является финансовая отчетность. Недостоверная, несвоевременная информация затрудняет принятие адекватных управленческих решений. Можно выделить типовые задачи управления финансово-хозяйственной деятельностью:

- решения по инвестициям:
 - формирование структуры инвестиций;
 - управление движением денежных потоков;
 - сбор альтернативных вариантов инвестирования;
 - оценка инвестиционной деятельности (зависимых и независимых инвестиций);
- производственные решения:
 - формирование производственной программы;
 - решения по ценообразованию;
 - управление сбытом;
 - управление материальными ресурсами (переменными и постоянными);

- управление персоналом (решения о заработной плате и решения о материальном стимулировании, управление затратами на рабочую силу);
- решения по финансированию:
 - управление прибылью организации;
 - оптимизация структуры капитала.

3.1.4. Паспорт задачи управления

"паспорт" задачи управления - заполняемая руководителями предприятия. Такая анкета должна заполняться на каждую задачу управления и может иметь следующую структуру:

- Задача управления
- Цель управления
 - Характеристики задачи управления:
 - кем инициируется ее решение;
 - периодичность решения.
- Входная (внешняя) информация:
 - имеющаяся:
 - источник поступления;
 - периодичность поступления;
 - удовлетворяет ли существующая точность и периодичность поступления;
 - требуемая:
 - источник поступления;
 - требуемая точность и периодичность поступления;
- Выходная информация (информация о работе предприятия):
 - имеющаяся:
 - источник поступления;

- периодичность поступления;
- удовлетворяет ли существующая точность и периодичность поступления;
- требуемая:
- источник поступления;
- требуемая точность и периодичность поступления.
- Алгоритмы управления;
- Имеется ли система контроля принятого решения.

3.1.5. Обоснование экономической эффективности и целесообразности работ

Цель: рассмотреть основные сведения об эффективности работ по созданию, внедрению и эксплуатации АСУ, а также основные параметры оценки экономической эффективности.

Каждая из автоматизированных систем управления, а также вся их совокупность призваны обеспечивать максимальный экономический эффект от использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов общества.

Экономическая эффективность АСУ выражается, прежде всего, в улучшении экономических показателей управляемого объекта (например, увеличении объема выпуска и снижении себестоимости продукции, производимой предприятием, отраслью и т.д.) и в гораздо меньшей степени в экономии, получаемой в самой управляющей системе (например, за счет сокращения численности управленческих работников).

Затраты на разработку, да и на эксплуатацию их очень значительны, и осуществляя их, необходимо иметь уверенность в целесообразности этих затрат.

Оформляются несколько расчетов, реализуемых на различных этапах создания систем:

- При разработке технического задания выполняется расчет предварительной экономической эффективности, который служит основой для принятия решения о целесообразности создания АСУ.
- На стадии разработки системы оформляется расчет ожидаемой (гарантированной) экономической эффективности.
- Расчет фактической экономической эффективности выполняется при промышленной эксплуатации АСУ и используется для окончательной оценки эффективности системы.

Следующие факторы повышения эффективности производства, поддающиеся количественной оценке:

- увеличение выпуска продукции за счет более рационального использования действующих производственных мощностей, сырья, материалов, топлива и трудовых ресурсов в результате оптимизации производственной программы предприятия;
- повышение производительности труда производственных рабочих вследствие сокращения потерь рабочего времени и простоев производственного оборудования;
- установление оптимального уровня запасов материальных ресурсов и объемов незавершенного производства;
- повышение качества выпускаемой продукции (сокращение брака, повышение сортности).

Создание интегрированных АСУ позволяет охватить автоматизацией весь цикл "исследования - производство" и, следовательно, повысить эффективность автоматизированного управления предприятием. В частности, эффективность интегрированного управления определяется следующими факторами:

- повышением оперативности обмена информацией между элементами ИАСУ и, как следствие, повышением эффективности принятия

управленческих решений и сокращением длительности цикла "исследования-производство";

- повышением точности управления за счет устранения информационных нестыковок элементов ИАСУ;
- устранением промежуточных носителей информации и, как следствие, сокращением численности персонала, занятого подготовкой и обработкой информации;
- повышением загрузки и производительности вычислительной техники;

Основным источником экономической эффективности ИАСУ является дополнительная прибыль, образуемая за счет увеличения объема выпуска продукции, снижения ее себестоимости, уменьшения непроизводительных потерь и уменьшения платы за производственные фонды вследствие их сокращения.

3.2. Методика по выполнению курсовой работы №2

Цель –закрепление теоретических знаний и формирование практических навыков по анализу рынка и выбора оптимального решения по среднему уровню рассматриваемой АСУТП, а также приобретение навыков работы с информационно-справочным материалом.

Типовое задание предполагает выполнение этапов:

8. Изучение выбранного технологического процесса : структура ТП, алгоритм работы ТП, выделение точек для автоматизации(контроль и управление) ;
9. Разработка структурной схемы и алгоритма функционирования АСУТП выбранного производства, анализ рынка компонентов АСУТП, выбор датчиков;
- 10.Выбор ПЛК для АСУТП и разработка алгоритма их работы – третий месяц.

Методика выполнения первых двух пунктов была нами рассмотрена в первом курсовом проекте. В данном курсовом основной упор делается на третий пункт – выбор контроллеров. Ниже приведены основные методики выбора средств автоматизации среднего уровня для АСУТП, студенту необходимо опираясь на них произвести выбор ПЛК для изучаемой АСУТП.

3.2.1. Постановка научной проблемы:

1) Проблема выделение критериев выбора контроллера учитывающего специфику автоматизируемого объекта и всей АСУТП

На практике довольно часто можно встретить недостаточно корректные критерии выбора отличающихся порой полным отсутствием системного подхода, данные требования основываются в выборе средств

автоматизации, страдающие односторонним взглядом на проблему и слабой проработкой особенностей самого технологического процесса.

2) Проблема ускорения и оптимизации выбора контроллера из многообразия представленного на рынке

На рынке контроллеров для АСУТП в настоящее время представлена широкая гамма продукции как отечественными, так и зарубежными производителями.

Но приведенные во введении данной работы проблемы современных АСУТП распределенных производств требуют решения задач связанных с оптимальным выбором контроллеров для конкретной АСУТП отдельно взятого производства.

3.2.2. Цель

Основная цель - выбрать наименее дорогой контроллер (чтобы снизить общую стоимость системы), но в то же время удовлетворяющий спецификации системы, т.е. требованиям по производительности, надежности, условиям применения и т.д. Общая стоимость системы включает все: инженерные исследования и разработку, производство (комплектующие и труд), гарантийный ремонт, дальнейшее усовершенствование, обслуживание, совместимость, простоту в обращении и т.д.

Эти этапы включают в себя анализ цены, доступности, средств разработки, поддержки производителя, стабильности производства конкретных микроконтроллеров и наличия других производителей или поставщиков. Чтобы прийти к оптимальному решению, возможно, весь процесс придется повторить несколько раз.

3.2.3. Особенности процедуры выбора оборудования среднего уровня для конкретного объекта

Задача выбора рациональной системы является достаточно сложной, т.к., с одной стороны, заказчик хочет добиться наилучших показателей не по одному, а по ряду критериев: техническим параметрам, надежности, мощности программного обеспечения, удобству работы, стоимости, простоте внедрения, сопровождения и ремонтов и т.п.; с другой стороны, гибкая политика фирм-продавцов допускает значительные колебания цены на продукцию и услуги в зависимости от форм и условий закупки; с третьей стороны, важно при многочисленности предложений не пропустить при сопоставительном анализе те фирмы и ту их продукцию, которая может представить наибольший интерес с точки зрения данного, конкретного заказа; наконец, надо еще учитывать и то, что рынок средств автоматизации является очень подвижным и динамичным: продукция быстро стареет, часто появляются новые фирмы и новые типы средств, знание рынка требует непрерывного обновления и уточнения информации.

Все эти факторы обуславливают определенную целесообразную процедуру выбора оптимального оборудования среднего уровня АСУТП (далее ПЛК) для рассматриваемой системы АСУТП.

Рассмотрим поэтапно содержание такой процедуры:

2. На основе изучения автоматизируемого объекта, условий его работы и задач, поставленных перед системой автоматизации, составляются технические требования на ПЛК.
3. Проводится предварительное ознакомление с текущим состоянием имеющихся на рынке ПЛК на базе изучения указанных выше в обзоре свойств, характеристик, параметров отдельных ПЛК, с целью выделения 5-ти - 8-ми фирм, продукция которых наилучшим образом могла бы подойти для решения поставленной задачи.

4. Оформляются приглашения выделенным фирмам для участия в тендере (конкурсе) по заказу ПЛК и производится рассылка им технических требований на ПЛК.
5. После получения от фирм технико-коммерческих предложений наступает наиболее ответственная и трудоемкая часть работы: анализ поступивших предложений, их сопоставление и необходимая корректировка, проводимая совместно с каждой отдельной фирмой, участвующей в тендере, с целью правильного и однотипного учета ими всех пунктов технических требований и получения полностью сравнимых по всем пунктам техникокоммерческих предложений.
6. Определяется и обосновывается совокупность критериев, по которым должны сопоставляться полученные предложения фирм, и производится их ранжировка.
7. В полученных технико-коммерческих предложениях выделяются характеристики, соответствующие выбранным на предыдущем этапе критериям, составляются сводные документы, позволяющие экспертам провести сопоставление представленных на тендер ПЛК.
8. Отбираются высококвалифицированные специалисты в области решаемой задачи и из них формируется группа экспертов, которая должна на базе рассмотрения сводных документов провести обоснованный сопоставительный анализ представленных предложений по каждому из заданных критериев.
9. Проводится заседание группы экспертов: изучение ими сводных документов и оценка каждым экспертом группы каждого предложения по каждому заданному критерию.
10. Полученная математически формализованная задача многокритериального выбора решается на ЭВМ; результат - обобщенная по всем критериям ранжировка всех представленных предложений.

11. Группа экспертов утверждает полученный результат и передает его на рассмотрение руководства предприятия для принятия решения о заказе ПЛК у фирмы, предложившей наилучший вариант (победившей в тендере).

Для проведения указанной процедуры выбора ПЛК необходимо иметь достаточно подробную объективную информацию о текущем состоянии рынка автоматизации (см. этап 2 процедуры).

Однако, такая информация, о средствах автоматизации (соответствующая вышеприведенным свойствам, характеристикам, параметрам ПЛК) в настоящее время в СНГ отсутствует и потенциальные заказчики - предприятия имеют совершенно случайный набор сведений об имеющейся продукции, частично основанный на журнальной рекламе, неполных описаниях отдельных систем, их показах на выставках; а частично на посещениях самих предприятий менеджерами отдельных фирм с рекламой выпускаемой ими продукции.

Для упрощения выбора, автором была разработана собственная методика выбора ПЛК, ориентированная на ПЛК для распределенных АСУТП, рассмотрим ее ниже.

3.2.4. Методика выбора ПЛК под конкретную задачу АСУТП распределенных производств

При этом критериями выбора считать потребительские свойства, т.е. соотношение показателей затраты/производительность/надежность, а технические и эксплуатационные характеристики ограничениями для процедуры выбора.

Терминология и состав критериев оценки ПЛК приведены в соответствии с основными положениями квалиметрии и стандартами

качества (ГОСТ 15467-79). Выбор аппаратуры производится в четыре этапа:

- определение соответствия технических характеристик предъявленным требованиям;
- определение соответствия эксплуатационных характеристик предъявленным требованиям;
- оценка потребительских свойств выбираемой аппаратуры;
- ранжирование изделий.

Ограничения выбора

1. В выборе участвуют только ПЛК обладающие описанной выше структурой, т.е:

- блок связи с нижним уровнем : измерительный блок (дискретных, аналоговых входов/выходов) ли интерфейсный (связь с интеллектуальными датчиками и приборами нижнего уровня)
- блок связи с верхним уровнем –интерфейс
- возможность задания программы пользователем(на любом языке программирования)

2. число каналов ввода-вывода – до 100шт (малые и средние ПЛК)

Этапы выбора

1. Выделения из общей базы данных ПЛК множества Парето для конкретной задачи

В базе данных определяются критичные требования (обязательные) к контроллеру со стороны задачи, требования которым должны **полностью** соответствовать все претенденты. Если претендент не соответствует хотя бы одному из этих требований, то его отбрасывают.

Пример кол-во и типы каналов ввода/вывода, интерфейсов и т.д.

В результате все оставшиеся контроллеры могут использоваться при автоматизации данной задачи, но с разной эффективностью, в зависимости от влияния не критичных, но желательных факторов. Основной сложностью является выбор одного типа контроллера из нескольких аналогичных контроллеров – некоего множества. Большинству потребителей требуется не превосходство одной какой-то характеристики, а некая интегральная оценка, позволяющая сравнить ПЛК по совокупности характеристик и свойств.

В данном случае мы имеем дело с множеством, которое в математике получило название множество Парето.

2. Выделение из полученного множества Парето ПЛК с максимальной степенью эффективности для конкретной задачи.

Автором предлагается метод выбора из множества Парето решения(контроллера) с максимальной степенью полезности для конкретного объекта. Этот метод основывается на теории игр Нэша (теория принятия решений), в которой из двух решений выбирается решение с максимальным произведением полезности.

Эффективность предложенного метода была доказана автором на нескольких примерах изложенных в третьей главе работы. Ниже приведен сам метод.

Внимание! Рынок средств автоматизации развивается вместе с научно-техническим прогрессом, что влечет за собой необходимость постоянного отслеживания и добавление в базу выбора новых контроллеров для автоматизации рассматриваемого класса производств, а также удаление из базы устаревших и заведомо проигрышных контроллеров. В силу этого желательно при каждом выборе контроллера под новую задачу проводить обзор рынка контроллеров и оптимизацию существующей базы выбора.

Метод выбора ПЛК из полученного множества:

А) Уточняются дополнительные(желаемые) качественные и количественные требования к выбираемому контроллеру. Эвристические методы «мозговой штурм», «экспертная оценка» – группа всех требований, а если отличное от других-то он проводит обоснование его и затем заново до общей оценки.

Следует отметить, что качественные требования обозначаются 0 «нет, не нужна» или 1 «да, нужна», а количественные в пределах шкалы параметра.

При этом пользователь может расставить приоритеты желаемым требованиям, от 0 до 1.

В идеальном случае желательно расставить приоритеты для всех желаемых требований, но это требует больших трудозатрат, не всегда соотносимых с повышением оптимальности дальнейшего выбора, поэтому В целях минимизации трудозатрат на данном этапе, автор предлагает расставлять только определенные на данный момент требования, а все остальные, по которым нельзя дать однозначный ответ (да, нет и или точку диапазона), предлагается устанавливать «по умолчанию» значение 0,5.

Б) *Выбор* контролера

Затем по формулам производим подсчет произведения полезности по Паретовскому множеству для данного объекта.

Y_j – паретовское множество контроллеров (база выбора), где j изменяется от 2 до n (на практике $n < 20$)

Q_i – характеристики объектов

X_{ij} – значение i -той характеристики j -того контроллера, причем $a_i \leq X_i \leq b_i$, где a_i и b_i минимальный и максимальный пределы данной характеристики.

C_i – определенное на первом этапе метода этолонные значения i -той характеристики для конкретного применения

Получаем формулу 1

$D_{ij} = |X_{ij} - C_i| / (b_i - a_i)$, где

D_{ij} – показатель качества j -го контроллера в смысле i -той характеристики. Чем он меньше, тем лучше подходит i -я характеристика j -го контроллера для рассматриваемой задачи (удовлетворяет C_i -критерию).

Далее определяем произведение всех показателей качества для j -го контроллера: произведение D_{ij} (от $i=1..n$)->min

А затем выбираем контроллер с минимальным полученным показателем.

11.1. Методические указания к выполнению курсовой работы №3

Цель –закрепление теоретических знаний и формирование практических навыков работы в современных системах диспетчерского управления и сбора данных, а также приобретение навыков работы с информационно-справочным материалом.

При выполнении данного курсового необходимо также руководствоваться материалом и требованиям предъявляемым к уже изученным ранее двум курсовым из данного методического пособия.

Типовое задание предполагает выполнение этапов:

- 11.Изучение выбранного технологического процесса : структура ТП, алгоритм работы ТП, выделение точек для автоматизации(контроль и управление) - (первый месяц);
- 12.Разработка структурной схемы и алгоритма функционирования АСУТП выбранного производства, анализ рынка компонентов АСУТП, выбор датчиков – (второй месяц);
- 13.Выбор контроллеров для АСУТП и разработка алгоритма работы – третий месяц.
- 14.Разработка эскиза мнемосхемы АРМ Оператора, алгоритмов работы АРМ оператора и БД АСУТП, анализ проведенной работы - четвертый месяц.

Содержание работ по первому этапу «Изучение выбранного технологического процесса. Структура ТП»

Включает в себя поиск информации по выбранному технологическому процессу.

Поиск производится по названию технологического процесса в любой поисковой системе в интернете или по тематическому каталогу в библиотеке.

В заключении данного этапа необходимо заполнить в отчете:

- Назначение технологического процесса (ТП);
- Описать входы и выходы ТП, связь с другими производствами;
- Привести структуру ТП с указанием основных технологических потоков и циклов;
- Алгоритм функционирования технологического процесса:
 - все количественные параметры должны быть определены в цифрах с размерностью. (Пример: объем резервуара 100м³, максимальный расход в трубе 100м³/час, диаметр трубы 100мм и т.д.)
 - обязательно наличие логических цепочек (Пример: Если давление в трубе больше максимально-допустимого(100МПа), то открывается задвижка №4.)
- Указать цели автоматизации для данного ТП и на структурной схеме расставить точки контроля (не менее 10) и точки управления (не менее 5). Для каждой точки должны быть указаны рабочие пределы(по ним будут выбираться приборы).

Содержание работ по второму этапу «Разработка структуры и алгоритма АСУТП, выбор оборудования АСУТП»

1. Анализ рынка компонентов АСУТП, выбор датчиков и контроллеров для АСУТП;

Для каждого датчика, используемого в проекте, необходимо указать:

- Тип прибора: наименование, группа, изготовитель, цена на рынке;
- Выполняемые им задачи по реализации функций для работы АСУТП;

- Входные (физические) характеристики прибора: максимальный диапазон, точность преобразования, тип выхода, потребляемая мощность.

В заключении для каждого параметра необходимо заполнить таблицу:

- Тэг
- Код функции
- Описание параметра
- Место сбора/управления
- Единицы измерения физ.величины
- Раб диапазон физ величины
- Сигнализация (LoLo,Lo,Hi,HiHi)
- Тип датчика
- Единицы измерения датчика
- диапазон измерения датчика
- Единицы выходной величины датчика
- Диапазон выходной величины датчика
- Тип контроллера
- Тип входа/выхода
- Номер входа/выхода

2. Разработка структурной схемы и алгоритма функционирования АСУТП выбранного производства:

На данном этапе необходимо:

- Расставить на технологической схеме точки сбора информации и управления механизмами:
 - должно быть не менее 15 типов датчиков и пяти устройств управления;
 - для каждой точки необходимо указать в таблице: имя, описание, место сбора(управления), единицы измерения,

рабочий диапазон физической величины, а также пороги сигнализации (LL,L,H,HH), если они нужны по алгоритму.

- Разработать алгоритм контроля и управления для контроллеров среднего уровня на основе расставленных датчиков и исполнительных механизмов (автоматическое регулирования ТП и отработка аварийных ситуаций без вмешательства Оператора верхнего уровня):
 - Должно быть не менее пяти автоматических контуров управления. (Примеры : двухпозиционные или ПИД-регуляторы, отработка встроенных алгоритмов и т.д.)
 - Необходимо предусмотреть для пяти аварийных ситуаций алгоритмы их устранения/перевод в безопасное состояние ТП (Разрыв трубопровода(датчик давления №1) – выключить насос (дискретный выход №2) и закрыть задвижку (дискретный выход №3))

Содержание работ по третьему этапу «Реализация в автоматизированного рабочего места оператора, разработка единой БД»

1.Необходимо разработать мнемосхемы контроля/управления ТП в любом графическом редакторе:

- мнемосхема должна соответствовать схеме ТП
- обратить внимание на формат окна и цвета объектов мнемосхемы
- для динамических и двухпозиционных объектов необходимо описать динамику их изменения.
- Описать состав и функции подсистем анализа, тревог, безопасности для Вашего АРМ

2. Разработать алгоритм контроля и управления ТП оператором верхнего уровня на основе расставленных датчиков и исполнительных механизмов:

- Должно быть не менее десяти логических параметров. (Примеры логических параметров: если ток больше заданного – то выключить насос, если резервуар полный, то закрыть задвижку №2)
- Должно быть не менее десяти расчетных параметров, сформированных на базе измерительных параметров (Примеры расчетных параметров: мощность потребляемая при работе задвижки, разность давлений до и после задвижки и т.д.)
- Необходимо предусмотреть не менее пяти аварийных ситуаций (тревоги и события) и алгоритмы их устранения (Разрыв трубопровода – выключить насос №4 и подать звуковой сигнал)

3. Заключительный анализ проведенной работы.

Проводится анализ проделанной работы и полученных результатов(заключение).

В заключении необходимо привести:- ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанной системы на производстве, - нереализованные аспекты, пути дальнейшей доработки системы и т.д.

Должны быть представлены все вышеперечисленные требования к этапам выполнения работы, информация описательного характера не должна превышать 30% от всего отчета. Работа студента оценивается по качеству и полноте проведенного им анализа поставленных задач. Особое внимание стоит уделить составлению списка литературы, которая использовалась при выполнении. По полноте, точности и качеству представленного списка, также производится оценивание глубины проделанной студентом работы. В списке литературы необходимо приводить только ссылки на страницы серверов интернет (ссылка на весь сервер не учитывается), ссылки на журналы и книги только с указанием страниц.

4 Приложение №3 Глоссарий АСУТП

Термин	Определение
Абсолютная погрешность измерения	Абсолютная погрешность измерения - погрешность измерения, выраженная в единицах измеряемой величины.
Адресация	Способ указания объектов в системе, либо в сети. Адресация определяет пункты отправки и назначения посылаемых сообщений, блоков данных, сигналов.
Алгоритм	Конечная последовательность формальных правил, предписаний, точное исполнение которых позволяет решить ту или иную задачу, описать тот или иной процесс.
Алгоритмизация	Разработка алгоритма (алгоритмического описания) того или иного процесса, задачи или класса задач.
АСУ	Автоматизированная система управления предприятиями, учреждениями, отраслями, ведомствами, городским хозяйством и т.д. на базе экономико-математических методов и средств вычислительной техники. В основе АСУ-автоматизация различных информационных процессов управления со сведением к минимуму участия человека в трудоемких операциях по сбору и предварительной обработке данных, необходимых для принятия окончательных решений.
АСУП	Автоматизированная система управления предприятием система управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятия с широким использованием средств вычислительной

	техники и комплексным применением экономико-математических методов.
АСУПП-	автоматизированная система технологической подготовки производства
АСУТП	Автоматизированная система управления технологическим - человеко-машинный комплекс, обеспечивающий управление технологическими процессами на современных механизированных и автоматизированных промышленных предприятиях. Основная цель АСУТП - оптимизация технологических процессов, характеризующихся большим числом параметров и сложностью алгоритмов управления.
АСНИ-	автоматизированная система научных исследований
АСКМП-	автоматизированные системы материального и календарного планирования - помимо расчетов экономической эффективности, предназначены для планирования и координации работы предприятия.
Витая пара	Кабельный элемент, состоящий из двух изолированных проводников, регулярно скрученных вместе и формирующих симметричную линию передачи.
Воспроизводимость измерений	Воспроизводимость измерений - качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в различных условиях.
Время преобразования АЦП	Время от момента начала изменения сигнала на входе преобразователя до момента установления выходной величины с заданной погрешностью.

Градуировочная характеристика средства измерения	Градуировочная характеристика средства измерений - зависимость между значениями величин на выходе и входе средства измерений, составленная в виде таблицы, графика или формулы.
Диапазон измерений	Диапазон измерений - область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средства измерений.
Интранет	Внутренняя корпоративная IP-сеть сеть компании или группы компаний. Связь с интернет осуществляется через маршрутизатор
Искажения	Отклонения выходного сигнала усилителя (или другого радиотехнического устройства) от входного, обусловленного наличием реактивных элементов в тракте прохождения сигнала, нелинейностью характеристики усилительных элементов и пассивных компонент с нелинейными характеристиками, а также посторонними колебаниями, порождаемыми в усилителе за счет внутренних источников или попадающих в тракт вместе с усиливаемым сигналом.
Искробезопасная электрическая цепь	Электрическая цепь, в которой электрические разряды, возникающие в случае короткого замыкания между проводниками или на землю, или при обрыве цепи, а также при ее нормальной работе не приводят к воспламенению взрывоопасной смеси вследствие их недостаточной энергии. Регламентируется ГОСТ 22782.5-78.
Калибровка	Калибровка средства измерений - совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения

средства измерения	действительных значений метрологических характеристик и/или пригодности к применению средства измерений, не подлежащего государственному контролю и надзору.
КИПиА	- контрольно-измерительные приборы и автоматика.
Макрокоманда	Команда в языке программирования (чаще всего в языке ассемблера), по которой выполняется некоторая последовательность других команд.
Надежность	Свойство изделий выполнять предусмотренные функции и сохранять заданные параметры в течение определенного времени при соответствующих условиях эксплуатации. К основным понятиям надежности относятся отказ (нарушение работоспособного состояния объекта), интенсивность отказов (среднестатистическое число отказов за определенный промежуток времени эксплуатации) и вероятность безотказной работы (вероятность того, что в пределах заданной продолжительности работы отказ объекта не возникнет).
Нагрузка	Электрический прибор, включенный на выходе электронного устройства.
Обратная связь	Явление, состоящее в том, что управляющее воздействие на входе усилителя одностороннего в системе передачи сигнала создается не только непосредственно источником сигнала, но и колебаниями, возникающими на выходе одностороннего усилителя.
Опытная эксплуатация автоматизированно	Опытная эксплуатация автоматизированной системы - комплексная проверка готовности автоматизированной системы. Опытная эксплуатация имеет своей целью проверку алгоритмов, отладку программ и технологического процесса обработки данных в реальных условиях.

й системы	
Относит ельная погрешно сть измерени я	Относительная погрешность измерения - отношение абсолютной погрешности измерения к истинному значению измеряемой величины.
OPC	OLE for Process Control, - стандартный механизм доступа программных приложений к данным технологического процесса.
OPC сервер	- программный продукт, выполняющий обмен данными с технологическим процессом в реальном масштабе времени. Сервер OPC должен осуществлять буферизацию данных, запрашиваемых различными клиентскими приложениями, и оптимизировать их передачу так, чтобы коммуникация с физическим устройством была наиболее эффективной. При запросах (чтении) передаваемые от физического устройства данные обычно буферизуются для того, чтобы затем снова в асинхронном режиме распределяться между различными клиентскими приложениями или считываться в синхронном режиме программами- клиентами. При выводе данных (записи) управление передачей данных на физическое устройство по запросам соответствующих клиентских приложений лежит в полной ответственности сервера OPC.
OPC клиент	- приложение, которое имеет возможность осуществлять взаимодействие с OPC - сервером.
OPC взаимоде	основано на клиент серверной схеме. OPC клиент (например, SCADA), вызывая определенные функции объекта OPC

действие	сервера, подписывается на получение определенных данных с определенной частотой. В свою очередь, OPC сервер, опросив физическое устройство, вызывает известные функции клиента, уведомляя его о получении данных и вручая сами данные. Таким образом, при OPC взаимодействии используются как прямые COM вызовы (от клиента к серверу), так и обратные (callback, от сервера к клиенту).
Погрешность измерения	Погрешность измерения - отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.
ПЛК	Программируемый логический контроллер, - электронное устройство, содержащее в составе один или несколько микропроцессоров, модули памяти, порты ввода/вывода, предназначенное для сбора данных о состоянии технологического процесса, а также для автоматического управления им.
Технологический процесс	- процесс обработки или переработки (изменения состояния, свойств, формы) сырья, материалов и полуфабрикатов в процессе производства продукции.
Разрешающая способность	Величина, обратная максимальному числу кодовых комбинаций. Выражается в процентах, разрядах или децибелах. Часто под разрешающей способностью понимают количество разрядов. Например, 12-разрядный АЦП имеет разрешающую способность 12 разрядов, или 1/4096, или 0,0245% от полной шкалы, или -72,2 дБ, или 6,02N dB.
Скорость нарастания	Изменение выходного сигнала в единицу времени. Используется для описания поведения нелинейной системы в режиме большого сигнала, когда понятие постоянной времени теряет смысл.

Случайная погрешность измерения	Случайная погрешность измерения - составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.
Топология	Конфигурация сети. Наиболее распространены шинная, кольцевая и звездообразная топологии. Различают физическую и логическую топологии. Одна сеть может иметь разные виды физической и логической топологии.
Трафик (информационный)	Количество информации, прошедшее через канал связи за определенный период времени.
Тег	— это переменная, содержащая значение одного из технологических параметров, снимаемого с датчика.
ТИИ	Телеизмерение интегральных значений параметров. Измерение на расстоянии величин, значения которых получаются путем интегрирования во времени.
ТИТ	Телеизмерение текущих значений параметров. Измерение на расстоянии величин, характеризующих режим работы контролируемого объекта.
ТС	Телесигнализация. Передача на расстояние сигналов о состоянии контролируемого объекта.
ТУ	Телеуправление. Передача на расстояние сигналов, воздействующих на исполнительные органы управляемого объекта.
Телемеханика -	наука об управлении и контроле на расстоянии с передачей (по каналу связи) кодированных электрических или радиосигналов,

	несущих управляющую информацию или данные о состоянии контролируемого объекта. Объектами телемеханического управления и контроля могут служить технологические процессы, машины, устройства, биологические системы и др.
Чувствительность измерительного прибора	Чувствительность измерительного прибора - отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины.
Шлюз	Устройство, обеспечивающее соединение двух сетей (обычно с различными протоколами передачи информации либо разной средой передачи).
Электромагнитная совместимость	Способность электронного устройства, оборудования или иной системы функционировать в условиях воздействия внешнего электромагнитного излучения, создаваемого другими устройствами и системами и не создавать при этом электромагнитных помех.
SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)	диспетчерское управление и сбор данных) Система управления и мониторинга, содержащая программно- аппаратные средства, взаимодействующие между собой через локальные и глобальные сети
Мнемоническая схема (мнемосхема)	- совокупность сигнальных устройств и сигнальных изображений оборудования и внутренних связей контролируемого объекта, размещаемых на диспетчерских пультах, специальных панелях или выполненных на персональном компьютере. Облегчает запоминание структуры объекта, контроль режимов его действия

	и управление им. Применяется на промышленных предприятиях, в энергетических системах и др.
Датчик	устройство, преобразующее физические параметры технологического процесса в электрические сигналы, поступающие в дальнейшем на контроллер.
Исполнительный механизм	устройство, преобразующее электрические сигналы в физические воздействия, осуществляющее управление параметрами технологического процесса в автоматическом или ручном режиме.
Контроллер	устройство, предназначенное для получения в реальном времени информации с датчиков, преобразования ее и обмена с другими компонентами системы автоматизации (компьютер оператора, монитор, база данных и т.д.), а также для управления исполнительными механизмами.
ОСРВ	операционная система реального времени. Системы, обеспечивающие гарантированное время доступа к компьютерным ресурсам и реакции системы на незапланированные внешние события и способные поддерживать быстroteкущие технологические процессы (порядка милли- и микросекунд).
АРМ	Автоматизированное рабочее место оператора () - специально оборудованное место для обслуживающего персонала, куда поступает вся информация о технологическом процессе. В ряде случаев оператор может вмешаться в ход процесса и перевести его на ручное управление.
Аларм (Alarm)	состояние тревоги - некоторое сообщение, предупреждающее оператора о возникновении определенной ситуации, которая может привести к серьезным последствиям, и потому требующее

	его внимания, а часто и вмешательства.
Тренд (Trend)	графическое представление значений технологических параметров во времени. Подсистема создания трендов и хранения информации о параметрах с целью ее дальнейшего анализа и использования для управления является неотъемлемой частью любой SCADA - системы.

4. Приложение №4 Список литературы

4.1. Список литературы для самостоятельного изучения

1. Аблин И.Е. Новые программные технологии для АСУ ТП. Пакет программ Genesis. Вчера. Сегодня. Завтра.// Приборы и системы управления, 1995, №4, с. 1 - 5
2. Альперович И.В. Программные комплексы для АСУ ТП // Приборы и системы управления, 1998, №8, с. 60 - 65
3. Амбарцумян А.А, Казанский Д.Л. Управление технологическими процессами на основе событийных моделей I. Событийные модели процессов и структуры технологий// Автоматика и телемеханика.-2001-№10-С.187-202
4. Амбарцумян А.А, Казанский Д.Л. Управление технологическими процессами на основе событийных моделей II. Механизмы управления.// Автоматика и телемеханика.-2001-№11-С.165-182
5. Амбарцумян А.А., Прангишвили И.В. Научные основы построения АСУ ТП сложных энергетических систем. – М.: Наука, 1992.- 232с.
6. Ананских М. Программируемые логические контроллеры VIPA System 200V В данной публикации проводится обзор основных серий продукции, производимой германской фирмой VIPA GmbH для систем промышленной автоматизации. Значительное место отведено описанию

характеристик контроллеров, интерфейсных модулей и модулей ввода-вывода популярной серии System 200V, показаны их наиболее важные особенности и преимущества перед аналогичными устройствами//Современные технологии автоматизации –2004-№2-С.32-40

7. Ананских М. Программируемые логические контроллеры VIPA System 200V/ Современные технологии автоматизации 2004 №2 С.32-40
8. Анзимилов Л.В., Медведев С.Р. Trace Mode 4.20: новый уровень инструментальной системы для разработки АСУ ТП // Приборы и системы управления, 1996, №9, с.13-18
9. Антропов А.Т. Программно-технический комплекс для автоматизации нефтеперекачивающих станций//Нефтяное хозяйство – 2001-№10 – С.82-86
- 10.Афонин Ю. , Баран Е. и др. Микропроцессорная техника для вузов //Современные технологии автоматизации –2001-№3-С.54-60
- 11.Бальцер С., Бушканец Г., Деркач А., Красных В.Многофункциональные контроллеры — основа массовой автоматизации типовых объектов нефтедобычи // Современные технологии автоматизации 2002 №2 С.20-30
- 12.Баран Е., Захаров П., Любенко А. Web-лаборатория «Микроконтроллеры и сигнальные процессоры» Рассматриваются структура и возможности Web-лаборатории, обсуждаются достоинства и недостатки организации дистанционного лабораторного практикума. Определены направления развития Web-лаборатории с учётом современной номенклатуры микропроцессорных средств систем автоматизации.//Современные технологии автоматизации –2005-№1-С.64-70
- 13.Бармин А. Микроконтроллеры LOGO! //Современные технологии автоматизации –2004-№4-С.74-76

14. Баталин Г., Васютинский В. Создание распределённых систем сбора данных на основе стандарта OPC //Современные технологии автоматизации –2005-№2-С.84-88
15. Баталов Е.А. Рациональная технология проектирования технического обеспечения АСУ ТП////Нефтяное хозяйство – 2002-№7 – С.23-25
16. Башлыков А.А. Распределенная система интеллектуальной поддержки принятия решений на базе сети персональных компьютеров. // Приборы и системы управления, 1994, № 5, с. 6 - 8
17. Беляков Ю., Подойницын С., Криулин А. Опыт разработки КТС АСУ ТП водозабора на базе модулей серии МК-4хх //Современные технологии автоматизации –2003-№3-С.66-68
18. Брукман А.С, Коровин С.Е. Информационная система нефтегазодобывающего управления.// //Нефтяное хозяйство – 1998-№11 – С.35-41
19. Васютинский В., Шерстобитов А. Система управления технологическим процессом приёмки нефти и отображения информации на базе OPC и Web-технологий //Современные технологии автоматизации –2004-№2-С.32-40
20. Веревкин А.П., Кирюшин О.В. Разработка логических алгоритмов для целей реализации на микроконтроллерах.// Приборы и системы. Управления, Контроль. Диагностика. – 2001 - №11 – С.5-8
21. Воронов А.А., Титов В.И, Новогранов Б.Н. Основы теории автоматического регулирования и управления- «Высшая школа», 1977 – 519с.
22. Воронов А.А., Чистяков Ю.В. Аналитические методы выбора технических средств АСУ – М. Наука – 1982 – 355с
23. Генис Я.Г., Ястребенецкий М.А. Надежность автоматизированных систем: прошлое, настоящее, будущее //Приборы и системы управления,

1994, №4, с. 7 – 10

24. Гибшман Е.А. Повышение качества проектирования АСУТП//Приборы и системы. Управление, Контроль. Диагностика. – 2002 - №6 – С.1-7
25. Иванов И. Интернет и управление технологическими процессами//Мир компьютерной автоматизации –2000-№2-С.62-65
26. Искендеров А.А. Оптимальное управление распределением однородных ресурсов в разветвленных системах обеспечения//Приборы и системы. Управление, Контроль. Диагностика. – 2002 - №2 – С.63-70
27. Ицкович Э.Л. Выбор пакета визуализации измерительной информации (SCADA-программы) для конкретной системы автоматизации производства.// Приборы и системы управления, 1996, №10, с.20-23
28. Ицкович Э.Л. Особенности микропроцессорных программно – технических комплексов разных фирм и их выбор для конкретных объектов // Приборы и системы управления, 1997, № 8, с. 1 - 5
29. Киршенбаум Р.П. и др. Информационные технологии при проектировании обустройства нефтяных и газовых месторождений. //Нефтяное хозяйство – 2001-№3 – С.68-70
30. Коваленко В. Современные промышленные системы // Открытые системы, 1997, №5, с. 29-34
31. Корнеева А.И. Новый программный комплекс Mega Trace Mode 5.0 // Приборы и системы управления, 1998, №7, с. 93 - 94
32. Коровин С.Я, Николаевский А.Л. «Альфа – ЦИТС» - Автоматизация работы центральной инженерно- технологической службы нефтегазодобывающего управления//Нефтяное хозяйство – 2001-№10 – С.64-66
33. Кругляк К. Одноплатные компьютеры для встраиваемых систем В статье рассматриваются критерии выбора серийно выпускаемых аппаратных средств, предназначенных для создания вычислительных систем во

- встраиваемых приложениях. Проводится обзор современных стандартов в этой области. Изложение материала сопровождается примерами изделий фирм Advantech, Diamond Systems, Lippert, Fastwel и Octagon Systems. //Современные технологии автоматизации –2003-№4-С.6-18
- 34.Кузнецов В.В., Орешников Д.И Всевидящее «ОКО» //Нефтяное хозяйство – 2001-№10 – С.67-70
- 35.Куминов В., Кунцевич Н. Свидание назначено: интеллектуальное производство и бизнес встречаются во всемирной сети, в реальном времени//Мир компьютерной автоматизации –2002-№1-2-С.19-23
- 36.Курочкин А.В., Окунишников С.В. Пакет SCADA для автоматизированной системы контроля ГЭС // Приборы и системы управления, 1998, №7, с. 29 - 30
- 37.Леньшин В.Н., Куминов В.В. Производственные исполнительные системы(MES) – путь к эффективному предприятию//Мир компьютерной автоматизации –2002-№1-2-С.53-59
- 38.Литюшкин В.В. Модели производственных систем // Приборы и системы управления, 1994, №4, с. 45 – 47
- 39.Лубков Н.В., Потехин А.И. Опыт проектирования отказоустойчивых программно – технических комплексов АСУ ТП энергоблоков. // Приборы и системы управления, 1996, №12, с. 15-19
- 40.Лутохин А.А., Рыжов Е.Н. Программно – технический комплекс для систем управления рассредоточенными объектами. // Приборы и системы управления, 1997, №1, с. 18-19
- 41.Маслан В.Н., Баранов Ю.В., Потемкин В.П. Опыт построения автоматизированы систем диспетчерского управления в ГОКП»Донецкводоканал» на базе TraceMode и GSM //Приборы и системы. Управления, Контроль. Диагностика. – 2002 - №6 – С.63-70
- 42.Маслов А., Висков А. Комплекс для разработки и отладки проектов АСУ

- ТП //Современные технологии автоматизации –2001-№3-С.68-76
- 43.Менделевич В.А. «Технология многоэтапного внедрения – эффективное средство решения проблем модернизации систем контроля и управления»// «Промышленные АСУ и контроллеры» №12 2001
- 44.Митин Г.П. Как выбрать программируемый логический контроллер// Мир компьютерной автоматизации –2000-№1-С.66-69
- 45.Одиванов В., Семёнов А. Распределённый программно-аппаратный комплекс для мониторинга и управления технологическими процессами //Современные технологии автоматизации –2005-№2-С.52-58
- 46.Орешников Д.И.Диспетчерская станция ЦИТС НГДУ «Лянторнейть»//Нефтяное хозяйство – 1998-№8 – С.68-70
- 47.Перегудов Ф.И., Тарасенко В.П. Введение в системный анализ: Учебное пособие для Вузов. - М: Высшая школа, 1989. - 367 с.
- 48.Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа. – Томск: Изд-во НТЛ, 1997. – 396 с
- 49.Петрухин Б.П., Шавыркин Н.А. Методика оценивания показателей безотказности технических средств систем управления // Приборы и системы управления, 1998, №8, с.8 – 11.
- 50.Пиггот С.Г. Автоматизация управления на промышленных предприятиях // Приборы и системы управления, 1993, №12, с. 7 – 10
- 51.Плющаев В., Грошева Г. И др. Система дистанционного мониторинга и управления объектами Рассматривается система дистанционного мониторинга и управления объектами, реализованная для сети тепловых пунктов г. Калининграда. Описана структура системы и ее функциональные возможности. Приведены некоторые специфические особенности использования каналов сотовой связи и микроконтроллеров фирмы Advantech. //Современные технологии автоматизации –2003-№2-С.6-16

52. Попов П.П. Комплексный подход к оснащению промыслов средствами автоматизации// Комплексные решения в автоматизации для динамичного развития нефтегазовой отрасли: Материалы второй научно-практической конференции. – Томск:Изд-во Том.ун-та, 2002 – С12-14.
53. Присягин Н.П. Вопросы внедрения АСУТП в теплоэнергетике// Живая электроника России, 2001, т.2
54. Распутин А., Федоров И. Программно – технический комплекс ЭКОМ: учет и управление энергоресурсами//Современные технологии автоматизации –2000-№3-С.38-45
55. Сергин М.Ю. Выбор оптимальной структуры модели динамического объекта с учетом факторов неопределенности.// Приборы и системы. Управления, Контроль. Диагностика. – 2001 - №1 – С.8-16
56. Сердюков О.В. и др. Что дают идеи открытых систем при проектировании технических средств автоматизации // Приборы и системы управления, 1997, №1, с. 2-6
57. Синичкин С.Г. Применение программируемых контроллеров ОАО “Электромеханика” в учебном процессе ВУЗа // Промышленные АСУ и контроллеры” №4 2002 с.45-50.
58. Соболев О.С. Проблемы поддержки рабочих программ контроллеров. // Приборы и системы управления, 1998, №6, с. 6 – 8
59. Соболев О.С. Системы визуализации в сравнении . // Приборы и системы управления, 1996, .№10, с.56-59
60. Стефани Е.П. Основы построения АСУТП: Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоиздат, 1982. - 352 с.
61. Стефани Е.П., Грицков В.И. Пути повышения эффективности работ по созданию АСУТП.// Приборы и системы управления, 1976, N 3, с. 1-4.
62. Толмаская И.И., Онищенко А.Г. Универсальное средство автоматизации технологических процессов в нефтяной промышленности. //Нефтяное

хозяйство – 2001-№10 – С.119-122

63. Толмаская И.И., Шапиро И.Я. Интегрированные АСУ- ключ к повышению эффективности производства// Нефтяное хозяйство – 2001- №12 – С.86-89
64. Хромушин М.П., Сидоренков С.И. Модульный принцип проектирования и монтажа систем тепло- и водоснабжения зданий// Энергосбережение – 2002-№2-С.12-14
65. Цыганков Е.В. Использование промышленных РС для автоматизации технологических процессов.// Приборы и системы управления. 1997. № 6. -С. 22-24.
66. Чириков С.В. Комплексные решения – очередной виток эволюции в автоматизации технологических процессов// Комплексные решения в автоматизации для динамичного развития нефтегазовой отрасли: Материалы второй научно-практической конференции. – Томск:Изд-во Том.ун-та, 2002 – С3-5.
67. Юдицкий С.А. Методология структурного анализа и логического проектирования сложных информационно – управляющих систем. // Приборы и системы управления, 1994, №4, с. 15 – 25
68. Юркевич Е.В. Современные проблемы создания унифицированных средств и систем управления технологическими процессами. // Приборы и системы управления, 1998, №8, с. 4 – 7

4.2. Интернет ресурсы

- Журналы «Современные компьютерные технологии» за 1997-2002г .подписной индекс 72419 по каталогу «Роспечати».Web: <http://www.cta.ru>
- Журналы « Мир компьютерной автоматизации» за 1997-2002г.Web: <http://mka.org.ru>
- Журналы « CHIP NEWS» за 1997-2002г.Web: <http://www.chipnews.ru>

- Сервер «Промышленная автоматизация в России»
<http://www.industrialauto.ru/>
- Сервера: <http://www.scada.ru/>,
<http://www.asutp.interface.ru>, <http://www.prosoft.ru/>,
<http://www.nautsilus.ru/>, <http://asutp.by.r/>, <http://promasu.50megs.com/>,
<http://groups.yahoo.com/group/asutp>.