

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Амурский государственный университет»**

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

Автоматизация технологических процессов и производств

Основной образовательной программы по направлению подготовки (специальности)

220301 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

Благовещенск 2012

УМКД разработан канд. техн. наук, доцентом Рыбальевым Андреем Николаевичем

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры

Протокол заседания кафедры от «23» сентября 2012 г. № 5

Зав. кафедрой  / А.Н. Рыбальев

УТВЕРЖДЕН

Протокол заседания УМСС Автоматизация технологических процессов и электротех-  
ники

от «23» сентября 2012 г. № 5

Председатель УМСС  / А.Н. Рыбальев

## **1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **1.1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств» являются формирование у студентов знаний о методах и средствах автоматизации производственных процессов и производств отрасли и навыков их применения.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных принципов подготовки технологических процессов и производств к автоматизации
- Формирование представлений об автоматизации технологических процессов на базе локальных средств и программно-технических комплексов
- Изучение функций автоматизированных систем управления, информационного, математического и программного обеспечения

### **1.2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО**

Изучение курса базируется в основном на учебном материале следующих дисциплин: «Математика» (линейная алгебра, дифференциальное и интегральное исчисления, дифференциальные уравнения, преобразования Лапласа и Фурье, теория вероятности, логика), «Теория автоматического управления» (линейные, нелинейные, импульсные системы управления, оптимальное управление), «Диагностика и надежность автоматизированных систем» (вопросы надежности АСУ ТП), «Программирование и основы алгоритмизации» (примеры составления и отладка программ).

Знания и умения, полученные в результате изучения дисциплины, будут использованы при выполнении дипломного проекта по специальности и в практической деятельности выпускника.

### **1.3. УМЕНИЯ И НАВЫКИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- основные схемы автоматизации типовых технологических объектов, структуры и функции автоматизированных систем управления;
- задачи и алгоритмы централизованной обработки информации в автоматизированной системе управления технологическими процессами (АСУ ТП);
- задачи и алгоритмы управления технологическими процессами с помощью ЭВМ;
- принципы организации и состав программного обеспечения АСУ ТП;
- методику проектирования АСУ ТП;
- задачи, технические и программные средства систем управления предприятием;
- способы определения и повышения надежности АСУ ТП и ее элементов;
- экономические аспекты проектирования АСУ ТП.

2) Уметь:

- проводить анализ технологического процесса как объекта управления;
- выбирать для данного технологического процесса функциональную схему автоматизации;
- разрабатывать алгоритмы централизованного контроля координат технологического объекта;
- рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту;

разрабатывать алгоритмы и программы для систем программно-логического управления;

разрабатывать системы визуализации и супервизорного управления на основе SCADA-систем;

определять надежность и экономическую эффективность систем автоматизации.

3) Владеть навыками работы с современными техническими и программными средствами автоматизации: измерительными преобразователями, датчиками исполнительными механизмами, программируемыми логическими контроллерами и системами их программирования, системами визуализации и супервизорного управления.

#### 1.4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 140 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекц.	Лаб.	СР	КП	
1	Введение. Механизация и автоматизация производства	9	1	2				Контрольная точка и тестирование №1, экзамен
2	Структура и составляющие производственного процесса	9	1	2			5	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, защита КП
3	Производственный процесс как объект управления	9	2	2			5	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, защита КП
4	Методика построения автоматизированных и автоматических процессов	9	3	2			5	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, защита КП
5	Системы автоматического регулирования	9	3,4,5, 1-11(лаб.)	6	10	10	0/5	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, сдача лабораторных работ, защита КП
6	Автоматизация дискретных технологических процессов	9	5,6,7, 1-11(лаб.)	6	10	10	0/5	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, сдача лабораторных работ, защита КП
7	Автоматизированные системы управления технологическими процессами	9	7	2			5	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, защита КП
8	Нижний уровень АСУТП	9	8,9,10, 1-11(лаб.)	8	4	5	5	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, сдача лабораторных работ, за-

								щита КП
9	Оперативный уровень АСУТП	9	11,12,13, 1-11(лаб.)	8	4	5	5	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, сдача лабораторных работ, защита КП
10	Административный уровень АСУТП	9	13	2				Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, защита КП
11	Надежность и экономическая эффективность АСУТП	9	14	2			5	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, защита КП

## 1.5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.5.1. Лекции

1. Введение. Механизация и автоматизация производства. – 2 часа.

Общие сведения о механизации автоматизации производства. Основные понятия и определения. Роль и значение автоматизации производства в социально-экономическом развитии общества. Основные этапы развития автоматизации. Уровни автоматизации: частичная, комплексная, полная. Автоматические и полуавтоматические системы. Степень автоматизации производственных и технологических процессов. Техничко-экономические преимущества автоматизированных и автоматических систем и процессов. Социальные последствия автоматизации производства.

Состояние и перспективы автоматизации производственных и технологических процессов отрасли. Содержание, цели и задачи дисциплин, её взаимосвязь с другими дисциплинами.

2. Структура и составляющие производственного процесса. – 2 часа.

Структура и функции производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Производственная структура предприятия. Производственные процессы. Технологические процессы. Типы производственных и технологических процессов.

Составляющие производственных процессов электроэнергетики: технологические процессы получения и транспортировки сырья, производство электрической и тепловой энергии, передача энергии и тепла.

3. Производственный процесс как объект управления. – 2 часа.

Структура производственного предприятия как системы управления. Потоки материалов в производстве. Информационные потоки. Декомпозиция задачи управления производством. Иерархическая структура управления предприятием. Уровни управления и их задачи. Системы управления технологическими операциями. Системы управления производственными участками и технологическими линиями. Системы управления предприятием.

4. Методика построения автоматизированных и автоматических процессов. – 2 часа.

Построение автоматизированных и автоматических производственных процессов как задача проектирования и обеспечения его размерных, временных, информационных и экономических связей. Различные виды связей производственного процесса: свойств материалов, размерные, временные, информационные, экономические. Выработка решения о необходимости автоматизации производственного процесса. Анализ существующего производственного процесса и оборудования. Оценка степени подготовленности изделий к автоматизированному и автоматическому производству. Анализ источников. Патентный поиск. Подготовка технологических процессов и производств к автоматизации: модернизация и механизация оборудования, диспетчеризация. Разработка возможных вариантов технологической схемы процесса и выбор оптимального варианта.

5. Системы автоматического регулирования. – 6 часов.

Промышленные объекты регулирования и их классификация. Методы получения математического описания объектов регулирования. Аналитические методы: составление уравнений материального, электрического и т.д. балансов. Экспериментальные методы: снятие и обработка кривых разгона, частотные методы, обработка трендов методом наименьших квадратов, статистические методы.

Автоматические регуляторы и их настройка. Выбор канала регулирования. Требования к промышленным системам регулирования. Возмущения в технологическом процессе. Основные показатели качества регулирования. Типовые процессы регулирования. Коэффициенты передачи элементов и блоков САР. Типовая структурная схема регулятора. Классификация регуляторов. Выбор типа регулятора. Формульный метод определения настроек регулятора. Оптимальная настройка регуляторов по номограммам. Экспериментальные методы расчета настроек регулятора: метод незатухающих колебаний, метод затухающих колебаний. Регулирование при наличии шумов. Методы настройки двухсвязных систем регулирования: метод автономной настройки регуляторов, метод итеративной настройки регуляторов. Алгоритмы цифрового ПИД регулирования. Выбор периода квантования. Упрощенная методика расчета настроек цифрового ПИД-регулятора. Расчет настроек цифрового регулятора по формулам. Модальные и адаптивные регуляторы и системы управления.

6. Автоматизация дискретных технологических процессов. – 6 часов.

Дискретные технологические процессы. Анализ дискретных технологических процессов как объектов управления. Специфика дискретных технологических процессов как объектов управления.

Формализация дискретных последовательностей операций (технологических циклов). Структура формирования технологического цикла. Комбинационные детерминированные модели. Таблица истинности. Последовательные детерминированные модели.

Алгоритмы программного управления заданной последовательностью операций. Элементы теории дискретных автоматизированных устройств. Синтез комбинационных автоматов. Синтез последовательностных автоматов. Конечные автоматы.

7. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. – 2 часа.

Современное промышленное производство и автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП). Назначение и характеристика современных АСУТП на базе вычислительной техники. Основные функции АСУТП. Структуры АСУТП: централизованная и распределенная АСУТП. Уровни АСУТП: общая характеристика.

8. Нижний уровень АСУТП. – 8 часов.

Подуровень датчиков и исполнительных механизмов: назначение, технические средства. Измерительные преобразователи и их классификация по типу выходного сигнала. Контактные датчики. Основные типы исполнительных механизмов.

Подуровень низовой автоматизации. Устройства сопряжения с объектом, регуляторы и промышленные контроллеры: назначение и технические характеристики.

Устройства сопряжения с объектом. Назначение и структура. Формирование и прием стандартных информационных сигналов. Обработка аналоговых сигналов: требования к передающим и принимающим устройствам, ограничения, устройства гальванической развязки, аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи, нормирующие преобразователи. Обработка дискретных сигналов: устройства гальванической развязки, дискретно-цифровой и цифро-дискретный преобразователи, типы выходных дискретных устройств в зависимости от коммутируемых напряжения и тока. Внешние соединения контроллера (на примере КР-300И). Интеллектуальные (сетевые) УСО.

Микропроцессорные регуляторы: назначение, классификация, структура. Специализированные регуляторы температуры, влажности и т.д., регуляторы с универсальными входами (на примере продукции фирмы ОВЕН).

Программируемые контроллеры: назначение, классификация, структура. Модульный принцип построения контроллера. Модули центрального процессора, блоков питания, сигнальные, коммуникационных процессоров, функциональные, интерфейсные (на примере

контроллеров фирмы Siemens). Критерии выбора промышленного контроллера. Варианты подключения промышленных контроллеров в составе АСУТП. Встраиваемые системы и их особенности.

Программирование промышленных контроллеров. Особенности программного обеспечения контроллеров. Стандартизированные Международной электротехнической комиссией (IEC61131-3) языки программирования ST (Structured Text), SFC (Sequential Function Chart), FBD (Function Block Diagram), LD (Ladder Diagram) и IL (Instruction List). Примеры программы для контроллеров Siemens LOGO!, S7-200, Ремиконт Р130. Средства программирования. Softlogic-системы.

9. Оперативный уровень АСУТП. – 8 часов.

Уровень управления технологическим процессом: назначение, технические средства. Автоматизированные рабочие места технологов-операторов: основные функции, техническое и программное обеспечение. Промышленные компьютеры. Операционные системы реального времени: особенности и структура. SCADA-системы: общая характеристика и основные требования. Протоколы взаимодействия SCADA-систем с оборудованием. Стандарт OPC (OLE for Process Control) фирмы Microsoft. Разработка SCADA-системы: этапы проектирования и внедрения. Интегрированные системы проектирования и управления. Общая характеристика системы Trace Mode фирмы Adastra.

Промышленные цифровые сети: назначение, особенности, основные требования к промышленным сетям. Элементы теории компьютерных сетей. Семиуровневая модель OSI. Техническое и программное обеспечение уровней на примере сетей Ethernet. Особенности реализации физического, канального и прикладного уровней промышленной сети. Краткая характеристика распространенных стандартов промышленных сетей: FieldBus, AS Interface, CAN, Profibus.

10. Административный уровень АСУТП. – 2 часа.

Назначение и основные функции.

Техническое обеспечение административного уровня: АРМ высших руководителей предприятия, серверы.

Программное обеспечение административного уровня. Системы управления предприятием в реальном времени: MES (Manufacturing execution system) – управление производством, ЕАМ (Enterprise Asset Management) – управление основными фондами, техническим обслуживанием и ремонтами, HRM (Human Resources Management) – управление персоналом (на примере системы T-Factory фирмы Adastra).

11. Надежность и экономическая эффективность АСУТП. – 2 часа.

Надежность АСУТП. Расчет надежности в процессе проектирования. Технико-экономический уровень надежности АСУТП. Способы повышения надежности АСУТП и ее элементов.

Экономические аспекты проектирования АСУТП и ее элементов. Основные источники экономической эффективности АСУТП. Учет экономической эффективности АСУТП при ее разработке. Методика расчета экономической эффективности АСУТП.

1.5.2. Лабораторные занятия.

Лабораторные работы выполняются одновременно на трех лабораторных стендах группами студентов по 2-3 человека. Перечень лабораторных работ определяется для каждой группы преподавателем, таким образом, чтобы охватить разделы 5,6,8,9 дисциплины. «Банк» лабораторных работ включает 27 работ на трех стендах:

Лабораторные работы на стенде с контроллером Ремиконт Р-130:

1. Знакомство с лабораторным стендом РРД1 и принципами технологического программирования контроллера Ремиконт Р-130.

2. Создание простейших программ для контроллера Ремиконт Р-130.

3. Экспериментальное определение статических и динамических характеристик объекта управления.
4. Реализация и исследование релейных систем регулирования температуры с воздействием по нагреву и охлаждению.
5. Реализация релейной системы программного регулирования температуры
6. Расчет и реализация системы непрерывного регулирования температуры с воздействием по нагреву
7. Реализация импульсной системы регулирования температуры с воздействием по нагреву
8. Расчет и реализация системы непрерывного регулирования температуры с воздействием по охлаждению
9. Расчет и реализация системы импульсного регулирования температуры с воздействием по охлаждению

Лабораторные работы на стенде с контроллером Siemens S7-200:

1. «Первые шаги в Siemens STEP 7- Micro/WIN».
2. Разработка и реализации программы управления светофорами на базе Siemens S7-200.
3. Разработка и реализации программы управления частотно-управляемым электроприводом механизма циклического действия.
4. Разработка и реализация программы измерения скорости электропривода.
5. Разработка и реализация системы регулирования частоты вращения электропривода.
6. Разработка системы регулирования угла поворота электропривода.
7. Разработка и реализация программы управления роботом-манипулятором для контроллера Siemens S7-200.
8. Разработка системы обучения робота манипулятора.
9. Разработка монитора реального времени для управления роботом манипулятором.

Лабораторные работы на стенде с контроллером Овен ПЛК 154 и модулями ввода-вывода Овен МВА8 и МВУ8:

1. Знакомство с языками программирования стандарта МЭК 61131-3. Программа управления светофором для контроллера Овен ПЛК 150.
2. Программа управления кодовым замком для контроллера Овен ПЛК 150.
3. Управление электрическими исполнительными механизмами постоянной скорости.
4. Управление пневматическими исполнительными механизмами.
5. Разработка системы программного управления позиционированием с использованием графопостроителя.
6. Конфигурирование модулей ввода-вывода.
7. Организация сетевого обмена между контроллером и модулями ввода-вывода.
8. Разработка монитора реального времени для лабораторной установки.
9. Разработка технологических программ для лабораторной установки.

## 1.6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в часах
1	Введение. Механизация и автоматизация производства		
2	Структура и состав-	Выполнение раздела КП	5

	ляющие производственного процесса		
3	Производственный процесс как объект управления	Выполнение раздела КП	5
4	Методика построения автоматизированных и автоматических процессов	Выполнение раздела КП	5
5	Системы автоматического регулирования	Выполнение раздела КП Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	0/5 10
6	Автоматизация дискретных технологических процессов	Выполнение раздела КП Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	0/5 10
7	Автоматизированные системы управления технологическими процессами	Выполнение раздела КП	5
8	Нижний уровень АСУТП	Выполнение раздела КП Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	5 5
9	Оперативный уровень АСУТП	Выполнение раздела КП Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	5 5
10	Административный уровень АСУТП	Выполнение раздела КП	2,5
11	Надежность и экономическая эффективность АСУТП	Выполнение раздела КП	2,5

## 1.7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств» используются следующие образовательные технологии:

1. Активные инновационные методы обучения: игровые имитационные методы – проектирование (лабораторных систем управления).

2. Технологии обучения: асинхронное обучение (лабораторный практикум на реальном оборудовании по подгруппам 2-4 студента).

3. Информационные технологии: мультимедийное обучение (полностью презентационный лекционный курс, демонстрация презентаций MS Office PowerPoint и примеры решения задач по расчету и моделированию автоматических систем управления в Matlab с помощью видеопроектора).

4 Информационные системы: электронная база учебно-методических ресурсов на основе сайта [app.vrsoft.ru](http://app.vrsoft.ru).

5. Инновационные методы контроля: компьютерное тестирование в ходе изучения дисциплины и по ее окончанию.

## **1.8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

1. Вопросы для тестирования, охватывающие основные темы, изучаемые студентами в данном курсе, и сгруппированные по разделам:

- теоретические основы построения АСУ ТП;
- технические средства АСУ ТП;
- программные средства АСУ ТП
- промышленные компьютерные сети.

Тестирование является составной частью процедуры промежуточного контроля знаний (в ходе изучения дисциплины), а также используется для контроля остаточных знаний (после окончания изучения дисциплины).

2. Вопросы к экзамену

- 1) Механизация и автоматизация производства: основные понятия и определения.
- 2) Уровни автоматизации: частичная, комплексная, полная.
- 3) Степень автоматизации производственных и технологических процессов.
- 4) Структура и функции производственно-хозяйственной деятельности предприятия.
- 5) Производственная структура предприятия.
- 6) Типы производственных и технологических процессов.
- 7) Структура производственного предприятия как системы управления.
- 8) Иерархическая структура управления предприятием.
- 9) Методика построения автоматизированных и автоматических процессов.
- 10) Промышленные объекты регулирования и их классификация.
- 11) Методы получения математического описания объектов регулирования.
- 12) Аналитические методы получения математического описания объектов регулирования.
- 13) Экспериментальные методы получения математического описания объектов регулирования: снятие и обработка кривых разгона.
- 14) Экспериментальные методы получения математического описания объектов регулирования: обработка трендов методом наименьших квадратов.
- 15) Экспериментальные методы получения математического описания объектов регулирования: статистические методы.
- 16) Выбор канала регулирования. Требования к промышленным системам регулирования. Возмущения в технологическом процессе.
- 17) Основные показатели качества регулирования.
- 18) Типовые процессы регулирования.
- 19) Типовая структурная схема регулятора.
- 20) Классификация регуляторов. Выбор типа регулятора.
- 21) Экспериментальные методы расчета настроек регулятора.
- 22) Методы настройки двухсвязных систем регулирования.
- 23) Алгоритмы цифрового ПИД регулирования.
- 24) Упрощенная методика расчета настроек цифрового ПИД-регулятора.
- 25) Модальные и адаптивные регуляторы и системы управления.
- 26) Дискретные технологические процессы и их анализ как объектов управления.
- 27) Формализация дискретных последовательностей операций (технологических циклов). Структура формирования технологического цикла.
- 28) Комбинационные детерминированные модели. Таблица истинности.
- 29) Последовательные детерминированные модели.
- 30) Синтез комбинационных автоматов.

- 31) Синтез последовательностных автоматов.
- 32) Конечные автоматы.
- 33) Назначение и характеристика современных АСУТП на базе вычислительной техники.
- 34) Основные функции АСУТП.
- 35) Структуры АСУТП: централизованная и распределенная АСУТП.
- 36) Общая характеристика уровней АСУТП.
- 37) Классификация измерительных преобразователей по типу выходного сигнала.
- 38) Основные типы исполнительных механизмов.
- 39) Назначение и технические характеристики. Устройств низовой автоматизации (устройств сопряжения с объектом, регуляторов и промышленных контроллеров).
- 40) Назначение и структура устройств сопряжения с объектом. Формирование и прием стандартных информационных сигналов.
- 41) Обработка аналоговых сигналов.
- 42) Нормирующие преобразователи.
- 43) Обработка дискретных сигналов.
- 44) Типы выходных дискретных устройств в зависимости от коммутируемых напряжения и тока.
- 45) Интеллектуальные (сетевые) УСО.
- 46) Микропроцессорные регуляторы: назначение, классификация, структура.
- 47) Программируемые контроллеры: назначение, классификация, структура.
- 48) Модульный принцип построения контроллера.
- 49) Критерии выбора промышленного контроллера.
- 50) Варианты подключения промышленных контроллеров в составе АСУТП.
- 51) Встраиваемые системы и их особенности.
- 52) Особенности программного обеспечения контроллеров.
- 53) Языки программирования промышленных контроллеров IEC61131-3.
- 54) Средства программирования промышленных контроллеров. Softlogic-системы.
- 55) Назначение и технические средства оперативного уровня АСУТП
- 56) Автоматизированные рабочие места технологов-операторов: основные функции, техническое и программное обеспечение.
- 57) Промышленные компьютеры.
- 58) Операционные системы реального времени: особенности и структура.
- 59) SCADA-системы: общая характеристика и основные требования.
- 60) Протоколы взаимодействия SCADA-систем с оборудованием. Стандарт OPC (OLE for Process Control) фирмы Microsoft.
- 61) Разработка SCADA-системы: этапы проектирования и внедрения.
- 62) Интегрированные системы проектирования и управления.
- 63) Назначение, особенности, основные требования к промышленным сетям.
- 64) Семиуровневая модель OSI. Техническое и программное обеспечение уровней на примере сетей Ethernet.
- 65) Особенности реализации уровней промышленной сети.
- 66) Краткая характеристика распространенных стандартов промышленных сетей: FieldBus, AS Interface, CAN, Profibus.
- 67) Назначение и основные функции административного уровня АСУТП.
- 68) Техническое обеспечение административного уровня.
- 69) Система управления производством предприятием в реальном времени MES (на примере системы T-Factory фирмы Adastra).
- 70) Система управления основными фондами, техническим обслуживанием и ремонтами EAM (на примере системы T-Factory фирмы Adastra).
- 71) Система управления персоналом HRM (на примере системы T-Factory фирмы Adastra).

- 72) Расчет надежности АСУТП в процессе проектирования.
- 73) Способы повышения надежности АСУ ТП и ее элементов.
- 74) Основные источники экономической эффективности АСУТП.
- 75) Методика расчета экономической эффективности АСУТП.

3. Учебные пособия для подготовки и выполнения лабораторных работ, составлению отчетов по ним:

Рыбалев, А.Н. Программируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум: учеб. пособие / А. Н. Рыбалев. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010 - Ч. 1 : Ремиконт Р130. - 2010. - 128 с.

Рыбалев, А.Н. Программируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум: учеб. пособие / А. Н. Рыбалев. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010 - Ч. 2 : Siemens S7 - 200. - 2010. - 99 с.

Рыбалев, А.Н. Программируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум: учеб. пособие / А. Н. Рыбалев. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010 - Ч. 3 : Овен ПЛК 150 и модули МВА8 и МВУ8. - 2010. - 136 с.

4. Методические указания к курсовому проектированию

А.Н. Рыбалев Автоматизация технологических процессов и производств. Методические указания к курсовому проектированию. Электронное издание в составе УМКД.

## **1.9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература:

1. Плетнев, Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учеб.: рек. Мин. обр. РФ/ Г. П. Плетнев. - 4-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2007. - 352 с.

2. Советов, Б.Я. Теоретические основы автоматизированного управления: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. - М. : Высш. шк., 2006. - 463 с.

3. Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов: учеб. пособие: доп. УМО/ Л. И. Волчкевич. - 2-е изд., стер. - М. : Машиностроение, 2007. - 380 с. : рис. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 378.

б) дополнительная литература:

1. Рыбалев, А.Н. Программируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум: учеб. пособие/ А. Н. Рыбалев. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010 - Ч. 1: Ремиконт Р130. - 2010. - 128 с.

2. Рыбалев, А.Н. Программируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум: учеб. пособие/ А. Н. Рыбалев. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010 - Ч. 2 : Siemens S7 - 200. - 2010. - 99 с.

3. Рыбалев, А.Н. Программируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум: учеб. пособие/ А. Н. Рыбалев. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010 - Ч. 3 : Овен ПЛК 150 и модули МВА8 и МВУ8. - 2010. - 136 с.

4. Кондаков, А.И. САПР технологических процессов: учеб.: рек. Мин. обр. РФ/ А. И. Кондаков. - М.: Академия, 2007. - 269 с. : рис., табл. - (Высшее проф. образование. Машиностроение). - Библиогр.: с. 266 .

5. Водовозов, А.М. Элементы систем автоматики: учеб. пособие: рек. УМО/ А. М. Водовозов. - М. : Академия, 2006. - 221 с.

6. Капустин, Н.М. Автоматизация машиностроения: Учеб. для вузов: Рек. УМО по обр. в обл. автоматизированного машиностроения / Н.М. Капустин, Н.П. Дьяконова, П.М. Кузнецов; Под ред. Н.М. Капустина. - М. : Высш. шк., 2002, 2003. - 224 с.

7. Основы автоматизации техпроцессов: учеб. пособие : рек. УМО/ А. В. Щагин [и др.]. - М. : Высшее образование, 2009. - 164 с.

8. Серебrenицкий, П.П. Программирование автоматизированного оборудования: учеб. : рек. УМО : в 2 ч. / П. П. Серебrenицкий, А. Г. Схиртладзе. - М. : Дрофа, 2008 - Ч. 1. - 2008. - 572 с.

9. Серебrenицкий, П.П. Программирование автоматизированного оборудования: учеб.: рек. УМО: в 2 ч / П. П. Серебrenицкий, А. Г. Схиртладзе. - М.: Дрофа, 2008 - Ч. 2. - 2008. - 304 с.

10. Никифоров, А.Д. Управление качеством: учеб. пособие: рек. мин. обр. РФ/ А. Д. Никифоров. - 2-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2006. - 720 с.: рис. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 707 .

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение:

1) ОС Microsoft Windows 2000, Microsoft Windows XP;

2) MS Office (Word, PowerPoint);

3) системы программирования промышленных контроллеров: Siemens MicroWin Step 73, S-Smart Software Solutions CoDeSys;

4) SCADA-система Aadastra Trace Mode 6.

Интернет-ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	<a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a>	Российское образование. Федеральный портал
2	<a href="http://www.cta.ru/">http://www.cta.ru/</a>	«Современные технологии автоматизации». Научно-технический журнал.
3	<a href="http://www.mka.ru/">http://www.mka.ru/</a>	«Мир компьютерной автоматизации». Научно-технический журнал.
4	<a href="http://www.kipis.ru/">http://www.kipis.ru/</a>	«Контрольно-измерительные приборы и системы». Научно-технический журнал.
5	<a href="http://datsys.starnet.ru/">http://datsys.starnet.ru/</a>	«Датчики и системы». Ежемесячный научно-технический и производственный журнал
6	<a href="http://automationworld.com.ua/">http://automationworld.com.ua/</a>	«Мир автоматизации». Инновационный всеукраинский журнал
7	<a href="http://www.ipu.rssi.ru/period/ait/ait.htm">www.ipu.rssi.ru/period/ait/ait.htm</a>	«Автоматика и Телемеханика» Журнал Российской академии наук.
8	<a href="http://avtomprom.narod.ru/">http://avtomprom.narod.ru/</a>	«Автоматизация в промышленности». Научно-технический журнал.
9	<a href="http://www.asucontrol.ru/">http://www.asucontrol.ru/</a>	«Промышленные АСУ и контроллеры». Ежемесячный производственный и научно-технический журнал
10	<a href="http://www.asutp.ru/">http://www.asutp.ru/</a>	средства и системы компьютерной автоматизации (множество ссылок на производителей оборудования, программного обеспечения систем автоматизации, печатные издания и т.д)
11	<a href="http://www.siemens.ru/">http://www.siemens.ru/</a>	русскоязычный Web-сайт концерна Siemens
12	<a href="http://www.adastra.ru/">http://www.adastra.ru/</a>	Web-сайт компании Aadastra (производитель системы Trace Mode)
13	<a href="http://www.owen.ru/">http://www.owen.ru/</a>	Web-сайт компании «Овен»

14	<a href="http://www.zeim.ru/">http://www.zeim.ru/</a>	Web-сайт компании «ЗэиМ» (производитель промышленных контроллеров, в. т. ч. Р130 и другого оборудования для автоматизации)
15	<a href="http://tecon.ru/">http://tecon.ru/</a>	Web-сайт группы компаний «Текон» (производители промышленных контроллеров)
16	<a href="http://prosoft.ru/">http://prosoft.ru/</a>	Web-сайт компании ПРОСОФТ, ведущего российского дистрибьютора решений для автоматизации технологических процессов

#### **1.10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

- 1) Видеопроектор;
- 2) Лабораторный стенд РРД1 - имитирующий традиционный «централизованный» подход к управлению тепловым объектом;
- 3) Лабораторный стенд на основе контроллера ПЛК150;
- 4) Лабораторный стенд на основе модулей МВА8 и МВУ8;
- 5) Лабораторный стенд на основе контроллера Siemens S7-200;
- 6) Лабораторный стенд «Пневматические исполнительные механизмы»;
- 7) Лабораторный стенд «Электрические исполнительные механизмы»;
- 8) Лабораторный стенд «Частотно-управляемый электропривод на основе ПЧ АВВ ACS300»;
- 9) Лабораторный робот-манипулятор.

#### **1.11. РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

не предусмотрена

## 2. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ПРОГРАММНОГО МАТЕРИАЛА

### 2.1. Введение. Механизация и автоматизация производства

#### 2.1.1. План лекции

Общие сведения о механизации автоматизации производства. Основные понятия и определения: механизация, автоматизация, автомат.

История развития автоматизации. Примеры автоматических устройств древности, средние века. Автоматические регуляторы паровых машин.

Роль и значение автоматизации производства в социально-экономическом развитии общества. Техничко-экономические преимущества автоматизированных и автоматических систем и процессов. Социальные последствия автоматизации производства.

Основные этапы развития автоматизации. Уровни автоматизации: частичная, комплексная, полная. Автоматические и полуавтоматические системы. Степень автоматизации производственных и технологических процессов.

Основные функции автоматических устройств: автоматическая защита, блокировка, автоматическое управление, автоматическое регулирование.

Состояние и перспективы автоматизации производственных и технологических процессов тепловых электрических станций.

Содержание, цели и задачи дисциплин, её взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### 2.1.2. Цели и задачи:

- 1) освоение терминологии средств и систем автоматизации;
- 2) ознакомление с историей развития автоматических систем;
- 3) ознакомление с содержанием дисциплины.

#### 2.1.3. Ключевые вопросы:

- 1) определение терминов «механизация» и «автоматизация»;
- 2) назначение и принцип действия первых регуляторов паровых машин;
- 3) виды и ступени автоматизации;
- 4) основные функции автоматических устройств.

#### 2.1.4. Ссылки на литературные источники, приведенные в рабочей программе:

основная литература: 1,3;

дополнительная литература: 5, 7;

Интернет-ресурсы: 1,2.

#### 2.1.5. Выводы по теме

Автоматизация – основное направление повышения производительности труда и модернизации промышленного производства. Автоматические устройства выполняют самые разнообразные функции. Производственные и технологические процессы на тепловых электрических станциях не могут осуществляться без автоматизированного управления, причем роль систем автоматизации при управлении непрерывно растет. Дисциплина «Автоматизация технологических процессов и производств» решает задачи «интеграции» полученных в ходе освоения предыдущих дисциплин знаний.

### 2.2. Структура и составляющие производственного процесса

#### 2.2.1. План лекции

Структура и функции производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

Основные производственно-хозяйственные функции:

производство готовой продукции (основное производство);

производство вспомогательного оборудования (вспомогательное производство);

техническая подготовка производства (конструирование, разработка технологии, нормирование расхода ресурсов, планирование закупок сырья и материалов, складирование сырья и материалов);

организационно-трудовая подготовка производства;

финансово-бухгалтерская деятельность.

Цели и средства автоматизации выполнения производственно-хозяйственных функций.

Производственная структура предприятия. Производственные процессы. Технологические процессы. Технологические операции. Рабочие места, производственные участки, цеха. Принципы построения производственных участков и цехов: технологический, предметный, предметно-технологический. Преимущества и недостатки.

Типы производственных и технологических процессов: непрерывные, дискретные, дискретно-непрерывные. Примеры. Особенности автоматизации.

Структура производственного процесса. Технологические схемы: последовательная, сходящаяся, расходящаяся, с реверсом. Примеры.

Составляющие производственных процессов электроэнергетики: технологические процессы получения и транспортировки сырья, производство электрической и тепловой энергии, передача энергии и тепла.

#### 2.2.2. Цели и задачи:

1) ознакомление со структурой и функциями производственно-хозяйственной деятельности предприятия, направлениями и средствами их автоматизации;

2) ознакомление с производственной структурой предприятия и принципами построения производственных участков, анализ основных принципов с точки зрения автоматизации;

3) выявление особенностей автоматизации технологических процессов различных типов и структур;

4) анализ производственных процессов электроэнергетики с точки зрения приведенной классификации и возможностей автоматизации.

#### 2.2.3. Ключевые вопросы:

1) основные производственно-хозяйственные функции предприятия;

2) этапы технологической подготовки производства;

3) назначение и составляющие CALS-технологии;

4) средства автоматизации материально-технического обеспечения, организационно-трудовой подготовки, финансово-бухгалтерской деятельности;

5) определения производственного и технологического процессов, технологических операций;

6) иерархическая и динамическая структуры производственного процесса;

7) принципы построения цехов и участков;

8) типы производственных процессов и разделение дискретных производств по программе выпуска;

9) технические и экономические преимущества автоматизированных производственных процессов;

10) уровень автоматизации.

#### 2.2.4. Ссылки на литературные источники, приведенные в рабочей программе:

основная литература: 1,2,3;

дополнительная литература: 4, 6;

Интернет-ресурсы: 6,8.

#### 2.2.5. Выводы по теме

Производственно-хозяйственная деятельность предприятия характеризуется большим набором функций, причем выполнение практически всех этих функций может быть в той или иной степени автоматизировано. Производственный процесс, осуществляемый на предприятии, организуется иерархически, эта же иерархия распространяется на системы автоматизированного управления. Возможности автоматизации и вид автоматического управления сильно зависят от принципов построения цехов и участков, а также типов производственных процессов. Автоматизация производственных процессов придает последним ряд технических и экономических преимуществ.

### 2.3. Производственный процесс как объект управления

#### 2.3.1. План лекции

Общая характеристика производственного предприятия как объекта управления. Цель управления предприятием.

Структура производственного предприятия как системы управления. Поток материалов в производстве. Информационные потоки.

Декомпозиция задачи управления производством. Иерархическая структура управления предприятием. Уровни управления и их задачи:

системы управления технологическими операциями (системы программного регулирования и стабилизации, системы программно-логического управления);

системы управления производственными участками и технологическими линиями (SCADA-системы, системы оптимизации параметров технологических процессов, системы оптимизации порядка выполнения технологических операций, системы управления манипулированием);

системы управления предприятием (основные функции, системы классов MES, EAM, HRM).

2.3.2. Цели и задачи:

1) определение цели оперативного, стратегического и свехстратегического управления;  
2) предложение принципов преодоления сложности задачи управления – декомпозицию;

3) ознакомление с уровнями управления технологическими и производственными процессами;

4) ознакомление с задачами систем управления технологическими процессами и предприятием;

5) ознакомление с концепцией АСУП.

2.2.3. Ключевые вопросы:

1) схема системы оперативного управления;

2) цели управления предприятием на различных уровнях;

3) иерархия систем управления;

4) цели и задачи различных уровней управления производством;

5) основные функции систем управления предприятием.

2.2.4. Ссылки на литературные источники, приведенные в рабочей программе:

основная литература: 2,3;

дополнительная литература: 6, 7,10;

Интернет-ресурсы: 6,8,10.

2.2.5. Выводы по теме

Структура и основные функции системы оперативного управления предприятием в целом соответствует таковой для обычной системы автоматического регулирования. Решение задачи организации системы управления обеспечивается декомпозицией задач управления. Разные уровни системы решают свои задачи, выполняя предписанные задания верхних уровней и ставя задачи перед нижними. Концепция АСУП напрямую реализует описанную структуру.

2.4. Методика построения автоматизированных и автоматических процессов

2.4.1. План лекции

Построение автоматизированных и автоматических производственных процессов как задача проектирования и обеспечения его размерных, временных, информационных и экономических связей.

Различные виды связей производственного процесса: свойств материалов, размерные, временные, информационные, экономические.

Выработка решения о необходимости автоматизации производственного процесса.

Анализ существующего производственного процесса и оборудования. Оценка степени подготовленности изделий к автоматизированному и автоматическому производству. Анализ источников. Патентный поиск.

Подготовка технологических процессов и производств к автоматизации: модернизация и механизация оборудования, диспетчеризация. Разработка возможных вариантов технологической схемы процесса и выбор оптимального варианта.

#### 2.4.2. Цели и задачи:

- 1) определение размерных, временных, информационных и экономических связей в рамках построения автоматизированных и автоматических производственных процессов;
- 2) основные этапы построения автоматизированных и автоматических производственных процессов;
- 3) определение путей подготовки технологических процессов и производств к автоматизации;
- 4) изучение критериев выбора варианта технологического процесса.

#### 2.4.3. Ключевые вопросы:

- 1) цели и результаты анализа существующего производственного процесса;
- 2) цели и результаты анализа имеющего оборудования с точки зрения автоматизации технологического процесса;
- 3) цели и результаты анализа литературы (в том числе патентной);
- 4) критерии окончательного выбора технологического варианта;
- 5) определение этапов проектирования, изготовления и монтажа оборудования.

#### 2.4.4. Ссылки на литературные источники, приведенные в рабочей программе:

основная литература: 2,3;

дополнительная литература: 6, 7;

Интернет-ресурсы: 2, 6,8, 10.

#### 2.4.5. Выводы по теме

Построение автоматизированных и автоматических производственных процессов есть задача проектирования и обеспечения размерных, временных, информационных и экономических связей системы. Ее решение требует учета различных свойств материалов и энергии. Решение о необходимости автоматизации производственного процесса всегда опирается на анализ источников, патентный поиск и требует определенной подготовки процессов: механизации и модернизации оборудования, диспетчеризации. Разработка возможных вариантов технологической схемы процесса и выбор оптимального варианта является в общем случае нетривиальной задачей.

### 2.5. Системы автоматического регулирования

#### 2.5.1. План лекции

Промышленные объекты регулирования и их классификация (по характеру установившегося значения, по количеству входных и выходных величин, по виду статических характеристик, по распределению параметров в пространстве, по стационарности параметров).

Методы получения математического описания объектов регулирования. Аналитические методы: составление уравнений материального, электрического и т.д. балансов. Достоинства и недостатки. Пример получения математической модели объекта регулирования уровня.

Экспериментальные методы получения математического описания.

Классификация экспериментальных методов, их достоинства и недостатки.

Методы активного эксперимента.

Определение динамических характеристик объекта регулирования по его кривой разгона. Виды передаточных функций для упрощенного описания объектов. Снятие и обработка кривых разгона. Метод Орманса. Метод последовательного логарифмирования.

Частотные методы определения динамических характеристик: общее описание.

Методы пассивного эксперимента.

Обработка трендов методом наименьших квадратов. Пример вывода уравнений для объекта первого порядка. Статистические методы.

Автоматические регуляторы и их настройка.

Структура одноконтурной промышленной САР и ее элементы.

Выбор канала регулирования.

Основные требования к промышленным системам регулирования.

Возмущения в технологическом процессе. Классификация возмущений и их учет при построении модели системы.

Основные показатели качества регулирования.

Типовые процессы регулирования: апериодический с минимальным временем, с 20% перерегулированием и минимальным временем первого полупериода, обеспечивающий минимум интегрального критерия качества.

Коэффициенты передачи элементов и блоков САР. Нормирование коэффициентов.

Типовая структурная схема регулятора. Классификация регуляторов: по принципу действия, по роду действия (непрерывные, релейные, цифровые и импульсные), по виду используемой энергии, по закону регулирования, по назначению.

Выбор типа регулятора. Сравнительная характеристика типовых законов непрерывного регулирования: И, П, ПИ, ПИД. Критерии выбора типового закона.

Формульный метод определения настроек регулятора на типовые законы регулирования. Оптимальная настройка регуляторов по номограммам. Экспериментальные методы расчета настроек регулятора: метод незатухающих колебаний, метод затухающих колебаний. Регулирование при наличии шумов. Методы настройки двухсвязных систем регулирования: метод автономной настройки регуляторов, метод итеративной настройки регуляторов. Алгоритмы цифрового ПИД регулирования. Выбор периода квантования. Упрощенная методика расчета настроек цифрового ПИД-регулятора. Расчет настроек цифрового регулятора по формулам. Модальные и адаптивные регуляторы и системы управления.

2.5.2. Цели и задачи:

1) освоение практических подходов к построению моделей промышленных объектов регулирования;

2) освоение экспериментальных методов получения математического описания объектов по результатам обработки кривых разгона;

3) освоение методов получения математического описания объектов по результатам пассивного эксперимента;

4) изучение методики выбора структуры системы автоматического регулирования и типа регулятора;

5) освоение практических методов настройки типовых регуляторов;

6) освоение методов настройки двусвязных систем регулирования;

7) изучение алгоритмов цифрового ПИД-регулирования;

8) изучение практически реализуемых структур модального и адаптивного управления.

2.5.3. Ключевые вопросы:

1) классификация промышленных объектов управления;

2) классификация методов получения математического описания объекта управления;

3) сущность аналитических методов;

4) методы сглаживания разгонной кривой;

5) методы получения передаточных функций по разгонной кривой;

6) применение метода наименьших квадратов для обработки результатов пассивного эксперимента;

7) порядок применения оптимизационных методов обработки экспериментальных данных;

8) структура промышленной системы регулирования;

9) порядок выбора типа автоматического регулятора;

10) упрощенные методы настройки типовых регуляторов;

11) экспериментальные методы настройки типовых регуляторов;

12) основные подходы к построению систем двусвязного регулирования;

13) дискретизация типовых законов регулирования;

14) структуры систем модального и адаптивного управления.

2.5.4. Ссылки на литературные источники, приведенные в рабочей программе:

основная литература: 1,2,3;

дополнительная литература: 1,7;

Интернет-ресурсы: 1,2,7.

2.5.5. Выводы по теме

Промышленные объекты регулирования классифицируют по ряду признаков. Для построения систем управления необходимо получить математическую модель объекта, причем, чем выше требования к системе, тем более точной должна быть модель. Математическое описание объекта может быть получено как аналитическими, так и экспериментальными методами. Аналитические методы основаны на определении условий баланса энергии, среды и т.д. Экспериментальные методы делятся на методы активного и пассивного эксперимента. В большинстве случаев методы активного эксперимента предполагают обработку кривых разгона. Разработано несколько методов обработки разгонных кривых, позволяющих определить передаточные функции объекта первого и более высоких порядков. При обработке результатов пассивного эксперимента могут использоваться метод наименьших квадратов, оптимизационные и другие методы. Структура системы и тип автоматического регулятора выбираются исходя из математического описания объекта и требований к системе. Выбор типа регулятора начинается с простейшего релейного и может заканчиваться непрерывным или цифровым регулятором. Для простейших моделей объекта разработаны упрощенные способы настройки типовых регуляторов. В ряде случаев настройку регулятора проводят экспериментально, непосредственно на объекте. Многие промышленные объекты регулирования являются многосвязными, в частности, двусвязными объектами. Существует ряд подходов к построению многосвязных систем и настройке их регуляторов: несвязное регулирование с автономной и итерационной настройкой, динамическая компенсация перекрестных связей. В настоящее время алгоритмы регулирования реализуются в цифровой форме, поэтому в некоторых случаях (микроконтроллеры) требуется дискретизация непрерывных законов регулирования. Цифровая реализация способствует применению сложных алгоритмов регулирования, включая модальное и адаптивное управление.

2.6. Автоматизация дискретных технологических процессов

2.6.1. План лекции

Дискретные технологические процессы. Анализ дискретных технологических процессов как объектов управления. Специфика дискретных технологических процессов как объектов управления.

Гибкие производственные системы. Общая характеристика, преимущества перед традиционными специальными средствами автоматизации (роторно-конвейерными, неперенастраиваемыми линиями). Структура ГПС.

Формализация дискретных последовательностей операций (технологических циклов). Структура формирования технологического цикла. Комбинационные детерминированные модели. Таблица истинности. Последовательные детерминированные модели.

Алгоритмы программного управления заданной последовательностью операций. Элементы теории дискретных автоматизированных устройств. Синтез комбинационных автоматов. Применение теории математической логики. Пример синтеза системы управления освещением и вентиляцией помещения.

Синтез последовательностных автоматов. Конечные автоматы. Автоматы Мили и Мура. Переход от автомата Мили к эквивалентному автомату Мура и наоборот. Минимизация числа состояний конечного автомата. Элементарные автоматы с одним и с двумя входами. Структурный синтез конечных автоматов. Пример синтеза конечного автомата для управления смесительной установкой. Реализация автомата на базе релейно-контакторной техники. Программная реализация на языке FBD.

Формальные подходы к реализации конечных автоматов на базе функциональных блоков (триггеров и мультиплексоров). Примеры.

### 2.6.2. Цели и задачи:

- 1) изучение принципов построения гибких производственных систем;
- 2) освоение методики анализа дискретных технологических процессов как объектов управления;
- 3) изучение методов синтеза комбинационных устройств автоматики на основе булевой алгебры;
- 4) изучение методов синтеза последовательностных автоматов на основе теории конечных автоматов;
- 5) ознакомление с основными принципами аппаратно-программной реализации систем программно-логического управления на базе программируемых логических контроллеров.

### 2.6.3. Ключевые вопросы:

- 1) основные специфические признаки дискретных объектов управления;
- 2) основные черты «гибкой» производственной системы;
- 3) структура и составляющие гибкого автоматизированного производства;
- 4) основные типы дискретных устройств автоматики;
- 5) последовательность синтеза комбинационных устройств;
- 6) нормализация логических выражений;
- 7) основные понятия теории конечных автоматов;
- 8) автоматы Мили и Мура;
- 9) минимизация числа состояний конечного автомата;
- 10) составляющие цикла работы программируемого логического контроллера;
- 11) реализация конечного автомата на языке функциональных блоков, элементы памяти;
- 12) реализация конечного автомата на процедурном языке, технология «switch-case».

### 2.6.4. Ссылки на литературные источники, приведенные в рабочей программе:

основная литература: 2, 3;

дополнительная литература: 2, 3, 6, 7, 8, 9;

Интернет-ресурсы: 1, 7.

### 2.6.5. Выводы по теме

Дискретные технологические процессы имеют специфические особенности, которые обуславливают специфику систем управления. В настоящее время наиболее перспективным подходом к автоматизации дискретных процессов является построение гибких автоматизированных производств на основе гибких производственных систем, в состав которых входят относительно самостоятельные программно-управляемые элементы: станки, роботы-манипуляторы и т.д. Эти элементы функционируют как автоматы. Существует два типа дискретных автоматических устройств: комбинационные устройства и последовательностные автоматы. Синтез комбинационных устройств проводится с применением математической логики и включает минимизацию логических выражений, связывающих выходы с входами, путем их приведения к нормальным формам. Синтез последовательностных автоматов может проводиться в рамках теории конечных автоматов, в этом случае он включает стадию минимизации числа состояний автомата. Полученные модели управляющих устройств достаточно просто реализуются на языках программирования логических контроллеров. В случае использования графических языков для запоминания состояний применяются такие элементы как триггеры. При использовании процедурных языков применяется технология «switch-case».

## 2.7. Автоматизированные системы управления технологическими процессами

### 2.7.1. План лекции

Современное промышленное производство и автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП). Назначение и характеристика современных АСУТП на базе вычислительной техники. Основные функции АСУТП. Структуры АСУТП: централизованная и распределенная АСУТП, достоинства и недостатки.

Варианты организации сбора данных и управления в распределенных системах. Операторские станции, программируемые логические контроллеры, интеллектуальные устройства сопряжения с объектом, датчики и исполнительные механизмы. Сетевые промышленные технологии.

Уровни АСУТП: общая характеристика.

#### 2.7.2. Цели и задачи:

- 1) ознакомление с назначением, функциями, режимами работы и составом автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- 2) изучение классификационных признаков и кодировки АСУТП;
- 3) сравнительная оценка централизованной и распределенной структур АСУТП;
- 4) изучение состава технического и программного обеспечения уровней АСУТП.

#### 2.7.3. Ключевые вопросы:

- 1) основные критерии управления в АСУТП;
- 2) основные цели создания АСУТП;
- 3) управляющие функции АСУТП;
- 4) информационные функции АСУТП;
- 5) варианты автоматизированного режима функционирования АСУТП;
- 6) составные части (виды обеспечения) АСУТП;
- 7) основные классификационные признаки АСУТП;
- 8) преимущества и недостатки централизованной и распределенной структур АСУТП;
- 9) назначение и состав нижнего уровня АСУТП;
- 10) назначение и состав оперативного уровня АСУТП;
- 11) назначение и состав административного уровня АСУТП.

#### 2.7.4. Ссылки на литературные источники, приведенные в рабочей программе:

основная литература: 1, 2, 3;

дополнительная литература: 6, 7, 10;

Интернет-ресурсы: 1, 2, 6, 8, 9, 10.

#### 2.7.5. Выводы по теме

Автоматизированная система управления технологическим процессом - человеко-машинная система управления, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с принятым критерием. АСУТП взаимодействует с системами управления предприятия, получая от них указания и передавая им информацию о технологическом процессе. Основной целью внедрения АСУТП является повышение эффективности производства. АСУТП выполняет управляющие, информационные и вспомогательные функции, реализуя их в автоматизированном или автоматическом режиме. В состав АСУТП входят техническое, программное и другие виды обеспечений. АСУТП классифицируется и кодируется по ряду признаков. Структура АСУТП может быть как централизованной, так и распределенной (последняя имеет ряд преимуществ). АСУТП разделяется на уровни (нижний, оперативный, административный), каждый из которых выполняет определенные функции и взаимодействует с соседними.

### 2.8. Нижний уровень АСУТП

#### 2.8.1. План лекции

Подуровень датчиков и исполнительных механизмов: назначение, технические средства. Измерительные преобразователи и их классификация по типу выходного сигнала. Контактные датчики. Основные типы исполнительных механизмов (непрерывного действия, двухпозиционная и трехпозиционная нагрузки).

Подуровень низовой автоматизации.

Устройства сопряжения с объектом, регуляторы и промышленные контроллеры: назначение и технические характеристики.

Устройства сопряжения с объектом. Назначение и структура.

Формирование и прием стандартных информационных сигналов.

Обработка аналоговых сигналов. Сигналы по напряжению и токовый: требования к передающим и принимающим устройствам, ограничения, устройства гальванической развязки, аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи, нормирующие преобразователи. Сигналы ИП температуры.

Обработка дискретных сигналов: устройства гальванической развязки, дискретно-цифровой и цифро-дискретный преобразователи, типы выходных дискретных устройств в зависимости от коммутируемых напряжения и тока (оптосемисторы, транзисторные оптопары, и биполярные транзисторы, электромагнитное реле, симисторы и тиристорные пары). Промежуточное усиление сигналов дискретных выходов. Импульсные входы и выходы.

Внешние соединения контроллера (на примере КР-300И). Интеллектуальные (сетевые) УСО.

Микропроцессорные регуляторы: назначение, классификация, структура. Специализированные регуляторы температуры, влажности и т.д., регуляторы с универсальными входами. Обзор продукции фирмы ОВЕН с помощью медиапроектора.

Программируемые контроллеры: назначение, классификация, структура. Модульный принцип построения контроллера. Модули центрального процессора, блоков питания, сигнальные, коммуникационных процессоров, функциональные, интерфейсные (на примере контроллеров фирмы Siemens).

Критерии выбора промышленного контроллера.

Варианты подключения промышленных контроллеров в составе АСУТП: централизованный контроль и управление, распределенная система с интеллектуальными УСО (распределенный контроль), распределенная система с «активными» контроллерами (распределенный контроль и управление).

Встраиваемые системы. Одноплатные PC- совместимые компьютеры для встраиваемых систем: SBC (single board computer). Основные требования к SBC, форм-факторы SBC. Обзор рынка SBC с применением медиапроектора.

Программирование промышленных контроллеров.

Техническая реализация процесса программирования (с помощью компьютера через последовательный или коммуникационный интерфейс, посредством клавиатур, пультов).

Особенности системного и прикладного программного обеспечения контроллеров.

Стандартизированные Международной электротехнической комиссией (IEC61131-3) языки программирования ST (Structured Text), SFC (Sequential Function Chart), FBD (Function Block Diagram), LD (Ladder Diagram) и IL (Instruction List): обзор с применением медиапроектора. Примеры программы для контроллеров Siemens LOGO!, S7-200, Ремиконт P130. Средства программирования. Softlogic-системы: обзор с применением медиапроектора.

2.8.2. Цели и задачи:

- 1) ознакомление с основными типами источников аналоговых сигналов;
- 2) изучение принципов построения дискретных входных цепей контроллеров и устройств сопряжения с объектом;
- 3) изучение основных типов выходных устройств контроллеров и устройств сопряжения с объектом;
- 4) изучение вопросов борьбы с шумами и помехами в измерительных каналах;
- 5) ознакомление с семейством микропроцессорных измерителей и регуляторов «Овен»;
- 6) изучение концепции, структуры и состава программируемых логических контроллеров;
- 7) сравнительный анализ вариантов подключения ПЛК в составе АСУ;
- 8) изучение критериев выбора ПЛК;
- 9) ознакомление с семейством ПЛК Siemens Simatic S7;
- 10) ознакомление с PC-совместимым контроллером ADAM 5510;
- 11) изучение концепции встраиваемых систем, их основных форм-факторов и примеров SBC;

- 12) изучение концепции «компьютер на модуле» (COM);
- 13) изучение технических и программных средств программирования промышленных контроллеров, ознакомление с Soft-Logic- системами;

14) ознакомление с языками программирования ПЛК стандарта МЭК (IEC61131-3).

2.8.3. Ключевые вопросы:

- 1) унифицированные сигналы по напряжению и току;
- 2) заземленные, незаземленные и балансные источники сигналов;
- 3) приемники с одиночным входом и дифференциальные;
- 4) характеристики датчиков и дискретных входов;
- 5) аппаратные счетчики и режимы их работы;
- 6) типы выходных дискретных цепей;
- 7) источники шумов и помех в измерительных каналах;
- 8) пути передачи шумов и помех в измерительные каналы;
- 9) способы подавления помех и шумов;
- 10) гальваническая развязка;
- 11) фильтрация;
- 12) симметрирование;
- 13) экранирование, типы экранов;
- 14) заземление, правила выполнения;
- 15) масштабирование, фильтрация и коррекция входных аналоговых сигналов в микропроцессорных измерителях и регуляторах фирмы «Овен»;
- 16) типы выходных элементов в микропроцессорных регуляторах фирмы «Овен»;
- 17) типы выходной логики в микропроцессорных регуляторах фирмы «Овен»;
- 18) состав программируемых логических контроллеров Siemens Simatic S7. Типы модулей;
- 19) варианты подключения контроллеров в составе АСУ;
- 20) степени защиты корпусов, система IP-кодов;
- 21) основные элементы концепции встраиваемых систем;
- 22) основные требования к встраиваемым системам;
- 23) форм-факторы встраиваемых систем;
- 24) основные элементы концепции «компьютер на модуле»;
- 25) назначение Soft-Logic систем;
- 26) характеристика языков программирования контроллеров стандарта IEC61131-3;
- 27) краткая характеристика языка ST (Structured Text);
- 28) краткая характеристика языка SFC (Sequential Function Chart);
- 29) краткая характеристика языка FBD (Function Block Diagram);
- 30) краткая характеристика языка LD (Ladder Diagram);
- 31) краткая характеристика языка IL (Instruction List).

2.8.4. Ссылки на литературные источники, приведенные в рабочей программе:

основная литература: 1, 3;

дополнительная литература: 1, 2, 3, 5, 8, 9;

Интернет-ресурсы: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16.

2.8.5. Выводы по теме

Нижний уровень АСУТП представлен подуровнем измерительных механизмов, датчиков и исполнительных механизмов и подуровнем низовой автоматизации.

На первом подуровне происходит формирование, передача и прием информационных сигналов. Наиболее распространенными среди аналоговых сигналов являются унифицированные сигналы по току и напряжению. Источники сигнала могут быть заземленными, незаземленными и балансными. Приемники могут иметь одиночные и дифференциальные входы. В зависимости от комбинации типов источника и приемника используются различные схемы передачи. Дискретные сигналы формируются датчиками и принимаются дискретными входными модулями, которые могут в частных случаях работать в счетном режиме. Дискретные

выходные модули контроллеров и УСО управляют двух- и трехпозиционной нагрузкой. В зависимости от мощности нагрузки выбирается тип выходного элемента модуля, при этом может использоваться промежуточное усиление. Измерительные каналы подвержены действию шумов и помех различного типа, которые проникают в каналы через кондуктивные, индуктивные и емкостные связи. Для борьбы с помехами применяют различные средства, в том числе гальваническая развязка, фильтрация, симметрирование и экранирование кабеля, правильно выполненное заземление корпусов и экранов.

На подуровне низовой автоматизации действуют микропроцессорные регуляторы, устройства сопряжения с объектом и программируемые логические контроллеры. Связь между этими устройствами и оперативным уровнем АСУТП в настоящее время осуществляется посредством цифровых промышленных сетей. Микропроцессорные регуляторы работают по жесткой логике и допускают лишь настройку параметров. Они могут быть специализированными (например, регуляторы температуры), или иметь универсальные входы. Типы выходных элементов обычно выбираются при заказе. Программируемые логические контроллеры, как правило, имеют модульную архитектуру и состоят из центральных процессорных модулей, сигнальных, интерфейсных и других. Модули допускают различные схемы включения, в том числе непосредственно к одной шине или по промышленной сети. В зависимости от условий эксплуатации модули могут иметь различные степени защиты корпуса.

Отдельной самостоятельной концепцией построения систем управления является концепция встраиваемых систем. Это в основном одноплатные PC-совместимые компьютеры, предназначенные для встраивания непосредственно в оборудование. К таким системам предъявляются повышенные требования по вибростойкости, возможности работать в широком температурном диапазоне и т.д. Размеры плат и тип используемой шины и разъемов определяются форм-фактором одноплатных компьютеров.

Программирование контроллеров и других систем управления осуществляется, как правило, посредством персонального компьютера и SoftLogic систем. Системы программирования в большинстве своем поддерживают стандартные языки программирования промышленных контроллеров: программирования ST (Structured Text), SFC (Sequential Function Chart), FBD (Function Block Diagram), LD (Ladder Diagram) и IL (Instruction List).

## 2.9. Оперативный уровень АСУТП

### 2.9.1. План лекции

Уровень управления технологическим процессом: назначение, технические средства.

Автоматизированные рабочие места технологов-операторов: основные функции, техническое и программное обеспечение.

Промышленные компьютеры: основные особенности, обзор с применением медиапроектора.

Операционные системы реального времени: особенности и структура.

SCADA-системы: общая характеристика и основные требования.

Протоколы взаимодействия SCADA-систем с оборудованием. Стандарт OPC (OLE for Process Control) фирмы Microsoft.

Разработка SCADA-системы: этапы проектирования и внедрения.

Интегрированные системы проектирования и управления. Общая характеристика системы Trace Mode фирмы Adastr.

Промышленные цифровые сети:

назначение, особенности, основные требования к промышленным сетям. Элементы теории компьютерных сетей. Семиуровневая модель OSI. Техническое и программное обеспечение уровней на примере сетей Ethernet и Internet. Особенности реализации физического, канального и прикладного уровней промышленной сети. Краткая характеристика распространенных стандартов промышленных сетей: FieldBus, AS Interface, CAN, Profibus. Обзор промышленных сетевых технологий с применением медиапроектора.

### 2.9.2. Цели и задачи:

- 1) ознакомление с программными и техническими средствами оперативного уровня АСУТП;
- 2) изучение основных понятий систем сбора данных и супервизорного управления, их функций и требований, предъявляемых к SCADA-системам;
- 3) ознакомление с концепцией технологии COM/DCOM;
- 4) ознакомление со стандартом OPC и спецификацией OPC DA;
- 5) изучение модели открытых систем ISO OSI и реализации уровней модели в сетях Ethernet/Internet;
- 6) ознакомление со спецификой промышленных сетей, изучение их функций и режимов обмена данными;
- 7) ознакомление со стандартами и протоколами промышленных сетей Modbus, HART, ASI, CAN, Profibus.

#### 2.9.3. Ключевые вопросы:

- 1) основные функции, техническое и программное обеспечение АРМ технологическо-операторов;
- 2) основные особенности промышленных компьютеров;
- 3) особенности и структура ОС реального времени;
- 4) основные функции SCADA-систем;
- 5) основные требования, предъявляемые к SCADA-системам;
- 6) схема взаимодействия SCADA-системы с оборудованием и вышележащими уровнями управления на основе OPC;
- 7) основные понятия технологии COM: COM-компонент, COM-интерфейс и т.д.;
- 8) основы концепции COM;
- 9) основные спецификации стандарта OPC;
- 10) основные понятия спецификации OPC-DA: элемент, группа элементов и т.д.;
- 11) схема взаимодействия OPC-клиента с OPC-сервером по спецификации DA;
- 12) краткая характеристика уровней модели ISO OSI;
- 13) реализация физического и канального уровней в Ethernet;
- 14) технические средства физического и канального уровней в Ethernet;
- 15) реализация сетевого и транспортного уровня в сетях TCP/IP.
- 16) основные функции промышленных сетей;
- 17) преимущества промышленных сетей перед традиционной централизованной архитектурой;
- 18) специфика и режимы работы промышленных сетей;
- 19) адресация узлов и данных в Modbus;
- 20) схема подключения HART-устройств;
- 21) метод передачи данных в HART-сетях;
- 22) схема подключения устройств в ASI-сетях;
- 23) структура протокола (формат телеграммы) в ASI-сетях;
- 24) особенности шинного арбитража в CAN-сетях;
- 25) протоколы высокого уровня (HLP) для CAN-сетей;
- 26) реализация физического уровня и топология сетей Profibus;
- 27) особенности протокола доступа к шине в сетях Profibus.

#### 2.9.4. Ссылки на литературные источники, приведенные в рабочей программе:

основная литература: 1, 2, 3;

дополнительная литература: 2, 3, 6, 7;

Интернет-ресурсы: 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 16.

#### 2.9.5. Выводы по теме

Назначение оперативного уровня АСУТП – текущий контроль и визуализация технологического процесса, обработка предаварийных и аварийных ситуаций (с переходом на дистанционное управление процессом), прямое управление технологическим оборудованием. На данном уровне применяются различные технические и программные средства класса НМІ, в

том числе промышленные и «обыкновенные» компьютеры под управлением специализированного программного обеспечения (при необходимости ОС реального времени, SCADA-системы). Основным видом программного обеспечения являются системы сбора данных и супервизорного управления – SCADA-системы, к которым предъявляются специфические требования. SCADA-системы обмениваются данными с оборудованием и вышележащими уровнями посредством множества протоколов и стандартов, среди которых наибольшее распространение в настоящее время получил стандарт OPC. OPC – это стандарт взаимодействия между программными компонентами системы сбора данных и управления, основанный на объектной модели COM/DCOM фирмы Microsoft. Физически OPC-серверы, как и драйверы, построенные на базе других протоколов, в большинстве случаев передают данные по промышленным сетям. Промышленные сети строятся с учетом рекомендаций стандарта ISO OSI. Базовая модель связи открытых систем OSI (Open System Interconnection) описывает правила и процедуры передачи данных в различных сетевых средах при организации сеанса связи. Основными элементами модели являются уровни, прикладные процессы и физические средства соединения. Наиболее полно модель OSI реализована в стандартных офисных сетях Ethernet/Internet. Промышленные сети обычно ограничиваются реализацией только двух нижних уровней модели – физического и канального и верхнего уровня – уровня приложений. Наиболее распространенными промышленными сетями являются сети, построенные на основе протоколов Modbus, HART, ASI, CAN, Profibus.

## 2.10. Административный уровень АСУТП

### 2.10.1. План лекции

Назначение и основные функции административного уровня АСУТП.

Техническое обеспечение административного уровня: АРМ высших руководителей предприятия, серверы.

Программное обеспечение административного уровня.

Системы управления предприятием в реальном времени: MES (Manufacturing execution system) – управление производством, EAM (Enterprise Asset Management) – управление основными фондами, техническим обслуживанием и ремонтами, HRM (Human Resources Management) – управление персоналом (на примере системы T-Factory фирмы Adastra): обзор с применением медиапроектора.

Основы MES-систем.

Основные функции, решение задач оперативного календарного планирования, критерии оптимизации, возможности в плане финансового учета.

### 2.10.2. Цели и задачи:

- 1) ознакомление с основными функциями программных систем класса ERP и их реализации в системы T-Factory фирмы Adastra;
- 2) изучение основных функций систем класса MES;
- 3) рассмотрение задач оперативного календарного планирования и особенностей их решения в MES-системах;
- 4) изучения критериев оптимизации оперативного календарного планирования, принятых в MES-системах;
- 5) изучение возможностей MES-систем в плане финансового учета.

### 2.10.3. Ключевые вопросы:

- 1) назначение и основные функции систем управления основными фондами, техническим обслуживанием и ремонтами (EAM);
- 2) назначение и основные функции систем управления персоналом (HRM);
- 3) назначение и основные функции систем управления производством (MES);
- 4) основные задачи планирования производства;
- 5) особенности решения задач планирования в ERP, ASP и MES-системах;
- 6) этапы планирования производства в MES-системах;
- 7) критерии оптимальности в MES-системах;

- 8) основные методы калькуляции себестоимости продукции;
- 9) возможности MES-систем в плане организации ABC-анализа.

2.10.4. Ссылки на литературные источники, приведенные в рабочей программе:  
основная литература: 3;

дополнительная литература: 4, 10;

Интернет-ресурсы: 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 16.

2.10.5. Выводы по теме

Системы административного уровня АСУТП решают задачи управления предприятием и поэтому чаще всего выносятся за рамки АСУТП, выделяясь в класс автоматизированных систем управления предприятием АСУП. На этом уровне представлены многочисленные программные системы для управления основными фондами, техническим обслуживанием и ремонтами, персоналом и т.д. Их задачами являются организация документооборота, учет и планирование, формирование отчетности. Промежуточное положение между АСУТП и АСУП занимают системы управления производством класса MES, выполняющие задачи оперативного планирования на уровне цехов участков и т.д., т.е. там, где действуют АСУТП. К основным функциям этих систем относятся контроль состояния и распределение ресурсов, оперативное/Детальное планирование, диспетчеризация производства, управление документами, сбор и хранение данных, управление персоналом, управление качеством продукции, управление производственными процессами, управление техобслуживанием и ремонтом, отслеживание истории продукта, анализ производительности.

2.11. Надежность и экономическая эффективность АСУТП

2.11.1. План лекции

Надежность АСУТП. Общие методы расчета надежности АСУТП в процессе проектирования (методы интегральных и дифференциальных уравнений, оценка надежности по графу возможных состояний).

Технико-экономический уровень надежности АСУТП.

Способы повышения надежности АСУТП и ее элементов.

Экономические аспекты проектирования АСУТП и ее элементов. Основные источники экономической эффективности АСУТП.

Учет экономической эффективности АСУТП при ее разработке.

Методика расчета экономической эффективности АСУТП.

2.11.2. Цели и задачи:

- 1) изучение основных понятий надежности и безопасности АСУТП;
- 2) изучение методов расчета надежности в процессе проектирования;
- 3) изучение способов повышения надежности АСУТП;
- 4) изучение теоретических основ повышения экономической эффективности производства при внедрении АСУТП;
- 5) освоение методики расчета экономической эффективности АСУТП.

2.11.3. Ключевые вопросы:

- 1) факторы, нарушающие нормальный режим функционирования АСУТП;
- 2) понятие безотказности и работоспособности;
- 3) метод расчета надежности по среднеплановым значениям интенсивностей отказов;
- 4) методы расчета надежности с использованием данных эксплуатации: по среднему уровню надежности однотипных систем, с использованием коэффициентов пересчета в соответствии с реальными условиями эксплуатации;
- 5) методы повышения надежности АСУТП;
- 6) основные положения теории производительности машин и труда;
- 7) компоненты затрат труда на создание продукции;
- 8) определение и расчет производительности труда;
- 9) основные пути повышения производительности труда;
- 10) методика расчета экономической эффективности АСУТП.

2.11.4. Ссылки на литературные источники, приведенные в рабочей программе:  
основная литература: 2, 3;  
дополнительная литература: 6, 7;  
Интернет-ресурсы: 1, 4, 5, 6, 7.

2.11.5. Выводы по теме

Под надежностью и безопасностью АСУ понимается ее защищенность от случайных или преднамеренных вмешательств в нормальный процесс ее функционирования, выражающийся в хищении или изменении информации, а также в нарушении ее работоспособности. Основные показатели надежности АСУТП – безотказность и работоспособность. Анализ надежности выполняется на этапе проектирования АСУТП различными методами либо по среднеплановым значениям интенсивностей отказов, либо с использованием данных эксплуатации. Существует четыре группы методов повышения надежности АСУТП, часть из которых реализуются на этапе разработки системы, а часть – на этапе эксплуатации.

В основе теории производительности машин и труда лежит ряд положений. Для анализа производительности труда определяются затраты труда на создание, обслуживание и эксплуатацию рабочей машины. Производительность общественного труда оценивается путем сопоставления результатов трудового процесса: количества выпущенной продукции с суммарными трудовыми затратами, необходимыми для ее выпуска. Для оценки прогрессивности новой техники, в том числе автоматов и автоматических линий, необходимо по уровню производительности труда сравнить различные варианты. Существует три основных пути повышения производительности труда, связанных с автоматизацией: уменьшении затрат живого труда за счет сокращения числа рабочих, сокращении затрат прошлого труда за счет снижения стоимости средств производства, сокращении затрат живого и прошлого труда за счет повышения производительности средств производства. Методика расчета экономической эффективности автоматизации учитывает эти факторы.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ (РЕКОМЕНДАЦИИ)**

#### **3.1. Методические указания по изучению дисциплины**

1) Следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью, подготовку отчетов к лабораторным работам и выполнение курсового проекта на конец семестра, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала, оформления отчетов и проекта. Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану, приведенному в Рабочей программе.

2) «Сценарий изучения дисциплины» предусматривает следующие схемы:

по теоретическому курсу: ознакомление с тематикой лекции в разделе «Краткое изложение программного материала» → изучение литературы по теме → прослушивание лекции и обсуждение вопросов;

по выполнению лабораторных работ: подготовка к выполнению лабораторной работы по учебному пособию (изучение теоретических сведений, выполнение предварительных расчетов, разработка макетов программ, планирование работ) → выполнение работы на оборудовании → подготовка отчета по работе (включая ответы на контрольные вопросы) → защита лабораторной работы;

по выполнению курсового проекта: выбор темы и сбор материала во время производственной практики под руководством ответственных за практику лиц на предприятии и на кафедре → оформление отчета по практике → защита отчета и утверждение темы курсового проекта → выполнение проекта под руководством преподавателя (с посещением консультаций) → защита курсового проекта.

3) Материалы учебно-методического комплекса для студентов являются обязательными к ознакомлению, поскольку являются «отправной точкой» для изучения дисциплины. В раз-

деле «Краткое изложение программного материала» приведены тематика лекционных занятий, планы, цели и задачи лекций, ключевые вопросы и выводы, а также ссылки на литературу. Ознакомившись с разделом, студент получает возможность самостоятельно подготовиться к лекции, изучив теоретический материал, а непосредственно на занятии – занимать активную позицию, задавая вопросы лектору и вступая в дискуссии по теме. В разделе «Методические указания (рекомендации)» приведены указания к выполнению лабораторных работ и курсового проекта, а также самостоятельной работы. Изучив материал раздела, студенты получают возможность грамотно планировать выполнение всех видов работ, выполнять работы в соответствии со всеми приведенными требованиями, подготавливать отчеты и оформлять проекты. В разделе «Контроль знаний» приведены материалы, которые позволяют студентам подготовиться к процедурам текущего контроля (тестирование в рамках проведения «контрольных точек») и итогового контроля (экзамен).

4) Изучение дисциплины требует непрерывной работы с литературой. Перед прослушиванием каждой лекции студент должен ознакомиться с материалом по списку, приведенному по теме лекции в разделе «Краткое изложение программного материала». Перед выполнением лабораторных работ необходимо изучить теоретические сведения, приведенные в учебном пособии и выполнить все требуемые в плане подготовке к работе операции. Отчет, составляемый после выполнения работы, должен соответствовать плану, приведенному в пособии, и включать ответы на контрольные вопросы.

5) При подготовке к экзамену следует придерживаться следующих рекомендаций:

подготовку к экзамену нужно проводить в течение всего курса изучения дисциплины. После предварительного изучения теоретического материала перед прослушиванием лекции следует составить планы ответа на каждый экзаменационный вопрос по теме лекции. После прослушивания лекции эти планы при необходимости уточняются с учетом изменения представлений. Окончательная корректировка планов ответов производится уже после изучения всего курса, когда устанавливаются и осознаются связи между всеми разделами и темами;

при подготовке к экзамену следует полностью исключить все виды «заучивания» материала, основанные на «механической» фиксации фонетической или аудиовизуальной информации в памяти. Вместо этого основной упор следует сделать на раскрытие причинно-следственных связей, логических закономерностей и общих тенденций;

необходимо правильно организовать процесс подготовки к экзамену на сессии как в плане чередования труда и отдыха, так и в плане организации занятий. На первом этапе подготовки (за 2-3 дня до экзамена) следует выполнить «общий обзор» курса с целью выделения «простых» и «сложных» тем. Далее нужно сделать упор на освоение и уточнение наиболее сложных вопросов. И, наконец, непосредственно накануне экзамена нужно еще раз сделать «общий обзор» с целью систематизации полученных знаний. Таким образом, график изменения интенсивности занятий должен иметь участки увеличения, стабилизации на максимуме и снижения. Это позволяет подойти к экзамену в наилучшей физической и психологической форме.

6) При работе с тестовой системой курса необходимо руководствоваться следующим. Тесты ни в коем случае не следует рассматривать «самодостаточными» в том смысле, что абсолютно неверно представление о том, что правильно выполненный тест является свидетельством полного освоения материала. Тестовые вопросы должны рассматриваться в первую очередь как указатели направления интеллектуальных усилий по установлению связей между теоретическими положениями, практическими вопросами, примерами и т.д. Поэтому не следует «механически» запоминать правильные ответы на тестовые вопросы, тем более что практика проведения контрольных мероприятий по дисциплине предусматривает дополнения тестовой процедуры уточняющими вопросами преподавателя, призванными выявить аргументацию ответов студента. Вместо заучивания следует добиваться понимания сути вопроса, построения логических цепочек, обосновывающих ответ с привлечением теоретических положений.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнению самостоятельной работы, приведен в Рабочей программе.

### 3.2. Методические указания к лабораторным занятиям

1) План проведения занятий с указанием последовательности изучаемых модулей, тем занятий, объема аудиторных часов, отводимых для освоения материалов по каждой теме, а также часов для самостоятельной работы студентов приведен в Рабочей программе.

2) Теоретические положения и указания к выполнению лабораторных работ приведены в учебных пособиях:

Рыбалев, А.Н. Программируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум: учеб. пособие / А. Н. Рыбалев. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010 - Ч. 1 : Ремиконт Р130. - 2010. - 128 с.

Рыбалев, А.Н. Программируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум: учеб. пособие / А. Н. Рыбалев. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010 - Ч. 2 : Siemens S7 - 200. - 2010. - 99 с.

Рыбалев, А.Н. Программируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум: учеб. пособие / А. Н. Рыбалев. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010 - Ч. 3 : Овен ПЛК 150 и модули МВА8 и МВУ8. - 2010. - 136 с.

3) Методические вопросы, связанные с подготовкой и проведением лабораторных занятий

На первом в семестре лабораторном занятии преподаватель формирует три подгруппы по 2-3 человека для проведения работ на трех лабораторных установках. Перечень лабораторных работ определяется для каждой группы преподавателем, таким образом, чтобы охватить следующие разделы дисциплины:

«Системы автоматического регулирования»;

«Автоматизация дискретных технологических процессов»;

«Нижний уровень АСУТП»;

«Оперативный уровень АСУТП».

В процессе выполнения курса лабораторных работ подгруппы могут переходить от одной установки к другой.

Подготовка к лабораторной работе включает:

изучение теоретических сведений, приведенных в учебном пособии;

предварительные расчеты систем управления;

составление электрических схем соединений;

написание заготовок программ для их дальнейшего «наполнения» при выполнении лабораторной работы;

частичное формирование отчета о лабораторной работе, включая ответы на контрольные вопросы.

Непосредственно на лабораторном занятии студенты

собирают электрические цепи управления согласно подготовленным схемам,

после проверки преподавателям апробируют цепи в ручном режиме;

дорабатывают, отлаживают и тестируют программы управления;

запускают системы управления в работу и демонстрируют их работу преподавателю.

После выполнения работы окончательно формируется отчет. Требования к структуре и содержанию отчета приведены в учебных пособиях. Отчет формируется один на подгруппу.

Защита лабораторных работ проводится в форме собеседования по вопросам из списка теоретических контрольных вопросов к каждой работе и дополнительных, касающихся непосредственно процедур выполнения работы.

4) Рекомендации по организации рабочего места студента, соблюдению правил техники безопасности и санитарных норм

Для проведения лабораторных работ организуется три рабочих места у трех лабораторных стендов для трех подгрупп соответственно. Два из них оборудованы персональными компьютерами для программирования контроллеров. Часть работ, связанная со сборкой электрических схем и обслуживанию лицевых панелей, проводится студентами стоя, часть, связанная с использованием персонального компьютера, - выполняется в сидячем положении.

Ввиду ограниченности рабочего пространства недопустима работа за одной установкой подгруппы численностью более трех человек.

Выполнение работ включает сборку электрических схем посредством лабораторных проводов, штыревых разъемов и гнездовых панелей. С целью обеспечения безопасности недопустимо нахождение на рабочих поверхностях установки посторонних предметов, в частности бумаги, пишущих ручек и т.д. Это должно быть доведено до сведения студентов. Перед включением установки преподаватель должен лично убедиться в отсутствии посторонних предметов на рабочих поверхностях. Кроме того, в лабораторной аудитории запрещается принимать пищу и употреблять напитки.

Все цепи управления, формируемые при выполнении лабораторных работ, питаются напряжением постоянного тока 24 В и в нормальных условиях не представляют опасности поражения электрическим током. Однако неправильное выполнение цепей может привести к повреждению установок и выходу из строя их элементов. Поэтому перед запуском систем преподаватель обязан лично проверить все электрические соединения.

С целью обеспечения возможности измерений на некоторые разъемы стендов выведены участки силовых цепей напряжением 220/380 В переменного тока, представляющие повышенную опасность. Преподаватель обязан

перед выполнением работы обратить внимание студентов на опасные элементы;  
запретить студентам самостоятельное включение этих установок;  
подавать питание на установки исключительно лично, убедившись в правильности подключения измерительных приборов и отсутствии опасности для студентов;  
лично контролировать все действия студентов во время выполнения работ.

На первом лабораторном занятии проводится инструктаж студентов по технике безопасности. Проведение инструктажа обязательно фиксируется в специальном журнале подписями инструктирующего (преподавателя) и инструктируемых (студентов).

### 3.3. Методические указания по выполнению курсового проекта

#### 1) Тематика курсовых проектов

Курсовой проект (КП) по «Автоматизации технологических процессов и производств» завершает цикл обучения студентами специальных дисциплин.

Цель проектирования и защиты КП – определение практической и теоретической подготовленности студента к итоговой аттестации (государственные экзамены и дипломное проектирование).

Объектами курсового проектирования по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» являются:

производственные и технологические процессы;  
автоматические и автоматизированные системы;  
средства технологического оснащения автоматизации, контроля, диагностирования основного и вспомогательных производств;  
математическое, программное, информационное и техническое обеспечения;  
методы, способы и средства их проектирования, изготовления, отладки, производственных испытаний и научных исследований и так далее.

Темы КП предлагаются студентами самостоятельно на основании материалов, собранных в ходе прохождения ими производственной практики. В результате защиты отчета по практике темы утверждаются комиссией, принимающей отчет, и заведующим кафедрой. В

случае если комиссия пришла к выводу о бесперспективности предлагаемой темы или недостаточности собранных материалов для выполнения проекта, тема и задание на проектирование выдаются кафедрой и также утверждается заведующим кафедрой.

После утверждения тем заведующий кафедрой назначает руководителей курсовых проектов из числа преподавателей кафедры исходя из запланированной за ними учебной нагрузки, их научных интересов и квалификации, а также пожеланий студентов.

## 2) Методические указания по выполнению курсового проекта

Содержание курсовых проектов определяется заданием на проектирование, оформленным на бланке установленной формы. Задание разрабатывается руководителем проекта на основании утвержденной темы. За принятые в проекте технические решения, выводы и выполненные расчеты ответственность несет автор курсового проекта.

Требования к содержанию, объему и структуре КП определяются на основании Государственного образовательного стандарта и методических рекомендаций УМО по образованию в области автоматизированного машиностроения. Оформление курсового проекта должно соответствовать Правилам оформления курсовых и дипломных работ.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. Объем пояснительной записки должен быть 40–50 страниц машинописного текста формата А4 через полтора интервала, не включая приложений.

В пояснительной записке излагается основное содержание курсового проекта, которое иллюстрируется необходимыми рисунками, графиками и таблицами. Изложение материала должно четко отражать творческую часть, характеризующую самостоятельную работу автора проекта. Если в проекте используется материал других авторов, то должна быть ссылка на соответствующий источник. Выбор метода проектирования, производимые расчеты, принимаемые решения должны кратко, но убедительно обосновываться. Не рекомендуется обосновывать общеизвестные и очевидные положения, а также повторять однотипные расчеты.

Отдельные вопросы проекта излагаются в пояснительной записке в порядке логической последовательности и связываются по содержанию единством общего плана проекта.

Пояснительная записка обязательно должна включать:

титульный лист;

задание на курсовой проект;

аннотацию;

содержание;

введение;

общую часть (описание предприятия, технологического процесса, оборудования и т.д. с выявлением недостатков и выводами о необходимых конкретных мероприятиях по автоматизации);

проектную часть (выбор и/или проектирование технических средств, функциональная, структурная и принципиальная схемы автоматизации, схемы соединений, разработка программного обеспечения, планирование мероприятий по внедрению, оценка надежности);

заключение;

список использованных источников;

приложения, включающие графические документы, распечатки программ, результаты работы на ЭВМ (в случае необходимости).

Графическая часть состоит из не менее трех листов формата А1. Графический материал должен отражать основное содержание проекта и иллюстрировать доклад на его защите.

Учебно-методические материалы по тематике курсового проекта выбираются руководителем курсового проектирования и исполнителем в зависимости от темы проекта.

## 3) Методика выполнения курсового проекта

Исходные данные на курсовое проектирование формулируются в зависимости от характера поставленной задачи. В качестве исходных данных могут быть использованы: опи-

сание объекта управления или системы; техническое задание на разработку системы (устройства, задачи и тому подобное); технический или рабочий проект системы управления и так далее. Исходные данные должны содержать объем информации, позволяющий решать задачи, изложенные в задании на курсовой проект.

По числу исполнителей курсовые проекты подразделяются на индивидуальные и групповые. Индивидуальный проект выполняется одним студентом, носит законченный характер и имеет самостоятельное значение для инженерной практики. Сущность группового проектирования заключается в общности основной задачи и исходных данных для всех членов проектной группы и в самостоятельном индивидуальном решении каждым студентом своих частных задач, составляющих в совокупности и во взаимной увязке одну большую общую задачу комплексного проектирования. Пояснительные записки и графические материалы при групповом проектировании должны оформляться индивидуально каждым студентом. Для сохранения целостности изложения материала в некоторых случаях по согласованию с руководителем в пояснительные записки групповых проектов может быть включены части, выполненные другим автором, с обязательным указанием на это во введении.

При большом объеме работы по проектированию автоматизированной системы по согласованию с руководителем содержание курсового проекта может не включать решение отдельных задач. Эти задачи, а также предложения по их решению должны быть указаны в заключении. Комиссия по защите проектов может рекомендовать студенту продолжить работу по теме в рамках дипломного проектирования.

Порядок выполнения курсового проекта, в том числе общей и проектной частей, графического материала, определяется графиком курсового проектирования, который составляется руководителем на основе предложений студента и рекомендаций Комиссии по защите производственной практики и утверждении тем курсового проектирования.

#### 4) Защита курсового проекта

К защите допускаются полностью готовые проекты. На пояснительной записке и графических листах обязательны подписи исполнителя, руководителя, нормоконтроллера, и заведующий кафедрой, которые поставляются в указанном порядке. Руководитель проекта, кроме подписи, выставляет проекту рекомендуемую оценку.

Защита проекта производится студентом индивидуально перед комиссией, состоящей из не менее трех преподавателей из числа преподавателей кафедры компетентных в области автоматизации технологических процессов и производств и др. смежных дисциплин, включая заведующего кафедрой или его заместителя (председатель комиссии).

Формирование комиссией и назначение сроков защит (индивидуально для каждого студента) осуществляет заведующий кафедрой не позднее, чем за неделю до защиты. Руководитель проекта имеет право присутствовать на защите и входить в комиссию.

Защита комплексных групповых проектов проводится на одном заседании комиссии, при этом каждый из студентов защищает свою часть работы.

Защита предусматривает доклад студента (не более 10 мин.) и ответы на вопросы членов комиссии (не более трех вопросов на одного члена комиссии).

Критерии оценки курсового проекта на защите:

Оценка «удовлетворительно» ставится, если основные результаты проекта, не являясь наилучшими из возможных, все же удовлетворяют предъявляемым требованиям;

в результате доклада и ответов на вопросы выявлено понимание студентом основных положений теории, использованной при подготовке проекта, однако ряд частных положений остался не проясненным.

Оценка «хорошо» ставится, если

основные результаты проекта близки к оптимальным, однако ответы на вопросы членов комиссии выявили неполное понимание теоретических положений;

ответы на вопросы членов комиссии выявили полное понимание теоретических положений, однако результаты проекта, удовлетворяя в целом предъявляемым требованиям, далеки от оптимальных.

Оценка «отлично» ставится, если студентом получены результаты, близкие к оптимальным; в результате доклада и ответов на вопросы выявлено понимание студентом всех положений теории, использованной при подготовке проекта.

Кроме оценки комиссия определяет целесообразность продолжения работ по теме в рамках дипломного проектирования.

### 3.4 Методические указания по самостоятельной работе студентов

1) Самостоятельная работа студентов по дисциплине предусматривает выполнение курсового проекта, а также подготовку к выполнению лабораторных работ и оформление отчетов по ним. Общая схема СРС приведена в Рабочей программе.

2) Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины, приведены в разделе 3.1. «Методические указания по изучению дисциплины».

3) Перечень тем теоретического курса, предварительное изучение которых необходимо для выполнения лабораторных работ

Все теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ, содержатся в учебных пособиях к их выполнению.

4) Рекомендации по работе с литературой приведены в разделе 3.1. «Методические указания по изучению дисциплины».

5) Рекомендации по подготовке к экзамену приведены в разделе 3.1. «Методические указания по изучению дисциплины».

6) рекомендации по отдельным видам работ при освоении дисциплины приведены в разделе 3.1. «Методические указания по изучению дисциплины».

7) Рекомендации по подготовке отчетов о выполнении СРС.

«Отчетами» о выполнении СРС являются

курсовой проект по дисциплине;

отчеты о выполнении лабораторных работ.

Выполнение курсового проекта регламентируется разделом 3.3. «Методические указания по выполнению курсового проекта».

Требования к содержанию отчетов о выполнении лабораторных работ приведены в учебных пособиях.

## 4 КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

### 4.1 Текущий контроль знаний

Текущий контроль знаний предусматривает контрольную точку. Оценка по контрольной точке выставляется на основании результатов

выполнения и защиты лабораторных работ согласно плану выполнения работ, составленному для каждой подгруппы преподавателем, ведущим лабораторные работы;

выполнения разделов курсового проекта согласно плану, составленному преподавателем – руководителем курсового проектирования индивидуально для каждого студента;

тестирования по разделам 1,2 теста, приведенного в п. 4.3. Собственно процедура тестирования дополняется собеседованием преподавателя со студентом по вопросам теста с целью выяснения аргументации последнего.

Итоговая оценка студента формируется преподавателем, ответственным за дисциплину (лектором) по данным, предоставленным преподавателем, ведущим лабораторные занятия,

преподавателем – руководителем курсового проектирования и преподавателем, проводившим тестирование.

#### 4.2. Итоговый контроль знаний

Итоговый контроль знаний подразумевает защиту курсового проекта. Методические указания по выполнению курсового проекта, включая порядок его защиты приведены в п. 3.3; экзамен по теоретическому курсу.

Экзамен предусматривает письменные ответы студента на два теоретических вопроса из списка вопросов, приведенного в Рабочей программе, а также тестирование по всем разделам теста, приведенного в п. 4.3. Собственно процедура тестирования дополняется собеседованием преподавателя со студентом по вопросам теста с целью выяснения аргументации последнего.

Для получения удовлетворительной оценки на экзамене достаточно показать знание основных понятий по теме экзаменационных вопросов и успешно пройти тест (оценка не ниже «удовлетворительно»).

Оценка «хорошо» выставляется студенту, прошедшему тестирование с оценкой не ниже «хорошо» и показавшему способность экономического, математического, технического и др. обоснований решений как в своих письменных ответах на экзаменационные вопросы, так и по вопросам теста.

Оценка «отлично» выставляется студенту, прошедшему тест с оценкой «отлично», показавшему способность экономического, математического, технического и др. обоснований решений в своих письменных ответах на экзаменационные вопросы и по вопросам теста и правильно ответившему на дополнительные вопросы по смежным темам. При этом неправильные ответы на дополнительные вопросы могут служить основанием для снижения оценки до «удовлетворительно», если эти ответы свидетельствуют о слабом понимании материала.

#### 4.3. Тестовые вопросы

Приведенные вопросы используются для компьютерного тестирования знаний студентов по дисциплине «Автоматизация технологических процессов» в рамках промежуточного и итогового контроля знаний.

Вопросы охватывают основные темы, изучаемые студентами в данном курсе, и сгруппированы по разделам:

Теоретические основы построения АСУ ТП;

Технические средства АСУ ТП;

Программные средства АСУ ТП

Промышленные компьютерные сети.

Тестирование проводится с привлечением программы Test Maker. Тест, применяемый при итоговом контроле знаний, включает 25 вопросов, в число которых попадает фиксированное количество вопросов из каждого раздела. Вопросы из списка выбираются случайным образом, ответы также приводятся в случайном порядке. Часть вопросов имеет один вариант правильного ответа, остальные – несколько. О числе правильных вариантов (один/несколько) сообщается. Выставление оценок осуществляется программой по настраиваемым правилам. Рекомендуются следующие правила: ответ на вопрос принимается как верный, если выбраны все правильные ответы, оценка «удовлетворительно» – 70% правильных ответов, оценка «хорошо» – 80% правильных ответов, «отлично» – 90% правильных ответов.

#### Раздел 1. Теоретические основы построения АСУ ТП

##### 1. «Социальный» эффект автоматизации производства достигается

путем освобождения персонала от выполнения рутинных операций;  
путем увольнения части персонала в связи с автоматизацией выполняемых ею операций;

путем приема на работу квалифицированного персонала для внедрения и сопровождения автоматизированных систем;

2. Какой из эффектов автоматизации производства не является положительным во всех случаях?

Технологический;

Экономический;

Социальный.

3. Процесс производства тепла и энергии на тепловой станции, работающей на угле, является

непрерывным;

дискретным;

дискретно-непрерывным.

4. Структура цехов тепловой электростанции построена

по технологическому принципу;

по предметному принципу.

Общепринятая классификация не подходит для тепловых электростанций.

5. Тепловые объекты управления характеризуются в основном

динамическим запаздыванием;

«чистым» транспортным запаздыванием;

отсутствием запаздывания.

6. Стационарные объекты управления характеризуются постоянством

выходной (регулируемой) величины;

параметров математического описания;

структуры математического описания.

7. При каких условиях выходная (регулируемая) величина объекта без самовыравнивания остается постоянной, если на него действует как управляющее, так и возмущающее воздействие?

управляющее воздействие равно нулю;

возмущающее воздействие равно нулю;

суммарное воздействие на объект равно нулю;

объект без самовыравнивания не может находиться в установившемся состоянии.

8. Определение математического описания объекта путем снятия и обработки разгонной кривой в окрестности рабочей точки проводится

для систем стабилизации;

для систем воспроизведения;

для всех видов систем автоматического регулирования.

9. Как по разгонной кривой определить постоянную времени у объекта первого порядка без самовыравнивания и без запаздывания?

как время, в течение которого выходная величина достигнет единичного значения;

как время, в течение которого выходная величина достигнет установившегося значения;

как время, в течение которого выходная величина достигнет значения входной величины.

10. При обработке кривых разгона влияние малых постоянных времени объекта учитывается

- введением динамического запаздывания;
- 5%-ым увеличением «основной» постоянной времени;
- 5%-ым уменьшением коэффициента передачи.

11. Для определения модели объекта снята разгонная характеристика объекта. Длительность процесса отработки возмущения составила 25 мин. При обработке разгонной кривой получена передаточная функция инерционного звена первого порядка с запаздыванием. Найдены постоянная времени объекта – 10 мин и запаздывание – 5 мин. Что можно сказать об адекватности модели?

Модель, скорее всего, адекватна, так как ничего не говорит об обратном.

Модель, скорее всего, неадекватна – постоянная времени слишком велика при данных запаздывании и длительности всего процесса.

Модель, скорее всего, неадекватна – постоянная времени слишком мала при данных запаздывании и длительности всего процесса.

12. Метод Орманса позволяет получить динамическую модель объекта в виде
- передаточной функции первого порядка;
  - передаточной функции второго порядка;
  - передаточной функции любого наперед заданного порядка.

13. При исследовании объекта управления имеется как возможность снятия кривых разгона, так и возможность экспериментального определения АФЧХ. Какой способ определения математического описания даст более точную модель объекта?

- обработка разгонных кривых;
- обработка экспериментальной АФЧХ;
- обработка разгонных кривых или обработка экспериментальной АФЧХ – оба метода равноценны.

14. При использовании метода наименьших квадратов для получения математической модели объекта по результатам пассивного эксперимента минимизируется

- квадрат суммы разностей между экспериментальными значениями и значениями, рассчитанными с помощью модели;
- сумма квадратов разностей между экспериментальными значениями и значениями, рассчитанными с помощью модели;
- разность квадратов сумм экспериментальных значений и значений, рассчитанных с помощью модели.

16. Согласно принципу Эшби для максимально эффективной реализации процесса регулирования «сложность» регулирующего устройства

- должна быть больше «сложности» объекта регулирования;
- должна быть не меньше «сложности» объекта регулирования;
- не должна зависеть от «сложности» объекта регулирования.

17. Динамический коэффициент регулирования характеризует степень эффективности системы регулирования при отработке

- ступенчатого изменения возмущения;
- ступенчатого изменения задания;

импульса возмущения;  
импульса задания.

18. Динамический коэффициент регулирования для системы с объектом без самовыравнивания

равен единице;  
равен нулю;  
равен бесконечности;  
определяется параметрами объекта и регулятора.

19. Наихудшим случаем при построении системы регулирования является случай, когда отношение запаздывания к постоянной времени объекта

велико;  
мало;  
равно единице;  
равно 0,5.

20. В какой релейной системе регулирования возможен установившийся режим (при отсутствии возмущений, действующих на объект)?

Двухпозиционное реле – объект с самовыравниванием;  
Двухпозиционное реле – объект без самовыравнивания;  
Трехпозиционное реле – объект с самовыравниванием;  
Трехпозиционное реле – объект без самовыравнивания.

21. Преимуществом непрерывных систем регулирования перед релейными является более высокая точность регулирования;  
более высокое быстродействие;  
простота реализации и настройки.

22. Преимуществом релейных систем регулирования перед непрерывными является более высокая точность регулирования;  
более высокое быстродействие;  
простота реализации и настройки.

23. Какой типовой переходный процесс обычно характеризуется минимальным временем регулирования?

апериодический;  
с 20% перерегулированием;  
с минимальным интегральным квадратическим критерием.

24. Интегральный закон регулирования не применим для объектов

без самовыравнивания;  
с самовыравниванием;  
с запаздыванием;  
без запаздывания.

25. Максимальное быстродействие в системе регулирования достигается при использовании

П-регулятора;  
И-регулятора;  
ПИ-регулятора;  
ПИД-регулятора.

26. Минимальное быстродействие в системе регулирования наблюдается при использовании

П-регулятора;  
И-регулятора;  
ПИ-регулятора;  
ПИД-регулятора.

27. Метод незатухающих колебаний предполагает подачу на вход объекта скачкообразно изменяющего сигнала;  
гармонического сигнала;  
периодического сигнала любой формы.

28. Влияние перекрестных связей на динамические свойства объекта с взаимосвязанными координатами характеризуется

комплексом влияния;  
комплексом независимости;  
комплексом связности.

29. Наиболее качественной системой регулирования для объекта с взаимосвязанными координатами является

система несвязного регулирования с автономной настройкой регуляторов;  
система несвязного регулирования с итеративной настройкой регуляторов;  
автономная система регулирования;

30. Наименее качественной системой регулирования для объекта с взаимосвязанными координатами является

система несвязного регулирования с автономной настройкой регуляторов;  
система несвязного регулирования с итеративной настройкой регуляторов;  
автономная система регулирования;

31. Закон де Моргана описывается следующим выражением

$$(X+Y)Z = XZ+YZ;$$

$$X+X = X;$$

$$\overline{X + Y} = \overline{X} \cdot \overline{Y} ;$$

$$\overline{X \cdot Y} = \overline{X} + \overline{Y} .$$

32. Дизъюнктивной (дизъюнктивными) формой (формами) представления логической функции является (являются)

$$F_1=X_1X_2(X_3+X_4);$$

$$F_2=X_1X_2X_3+X_4;$$

$$F_3=(X_1 +X_2)(X_3+X_4);$$

$$F_4=X_1X_2 +X_3X_4.$$

33. Конъюнктивной (конъюнктивными) формой (формами) представления логической функции является (являются)

$$F_1=X_1X_2(X_3+X_4);$$

$$F_2=X_1X_2X_3+X_4;$$

$$F_3=(X_1 +X_2)(X_3+X_4);$$

$$F_4=X_1X_2 +X_3X_4.$$

34. В отличие от комбинационных схем выходные сигналы конечных автоматов зависят от

текущих значений входных;  
предыдущих значений входных;  
текущего состояния.

35. У каких автоматов выходные сигналы не зависят от входных сигналов?

У автоматов Мили;  
У автоматов Мура;  
У автоматов Мили и Мура;  
Таких автоматов нет.

36. Переход от автомата Мили к эквивалентному автомату Мура

всегда возможен;  
возможен в некоторых случаях;  
невозможен.

37. Переход от автомата Мура к эквивалентному автомату Мили

всегда возможен;  
возможен в некоторых случаях;  
невозможен.

38. Регулятор Уатта – это регулятор

уровня;  
частоты вращения;  
температуры;  
давления.

39. Регулятор Ползунова – это регулятор

уровня;  
частоты вращения;  
температуры;  
давления.

40. Технологический принцип построения структуры

эффективен при единичном и мелкосерийном производстве;  
создает благоприятные условия для поточного производства;  
имеет недостаток – усложнение транспортных маршрутов;  
имеет недостаток – сложность «настройки» на выпуск новой продукции;  
эффективен при массовом и крупносерийном производстве;  
позволяет изготавливать продукцию с любым маршрутом.

41. Предметный принцип построения структуры

создает благоприятные условия для поточного производства;  
эффективен при единичном и мелкосерийном производстве;  
имеет недостаток – сложность «настройки» на выпуск новой продукции;  
эффективен при массовом и крупносерийном производстве;  
имеет недостаток – усложнение транспортных маршрутов;  
позволяет изготавливать продукцию с любым маршрутом.

42. В цеху установлено 20 токарных станков, на которых 25 рабочих в течение месяца выполняют 40 различных технологических операций. Коэффициент закрепления операций равен

- 0,8;
- 40;
- 0,5;
- 50;
- 2.

43. В цеху выполняется 40 технологических операций, 10 из которых автоматизированы. Уровень автоматизации цеха равен

- 4;
- по предоставленным данным нельзя определить уровень автоматизации;
- 400;
- 0,25.

44. Декомпозиция сложной задачи управления есть разбиение сложного объекта управления на подсистемы и организация в каждой из них подсистемы управления;

- пересмотр взаимных связей в управляемом объекте в целях упрощения его описания;
- синтез оптимальной (или субоптимальной) структуры управления;
- объединение всех подсистем в единое целое общей системой управления.

45. Цифровой фильтр, реализующий функцию скользящего среднего, описывается уравнением  $y(n)=0,5x(n)+0,3x(n-1)+bx(n-2)$ . Чему равно  $b$ ?

- чему угодно;
- 0,3;
- 0,2;
- 0,8;
- 0,5;
- 1.

46. «Экспоненциальное» сглаживание называется так потому, что переходная характеристика фильтра соответствует аperiodическому звену первого порядка;

- выходная величина фильтра изменяется по экспоненциальному закону;
- математическое описание фильтра включает вычисление экспоненты;
- входной сигнал фильтра изменяется по экспоненциальному закону.

47. Метод последовательного логарифмирования применим, если логарифмическая амплитудно-частотная характеристика объекта имеет ярко выраженный максимум;

- постоянные времени объекта существенно различаются;
- система идентификации может распознать несколько постоянных времени, анализируя десятичные логарифмы натуральных чисел, ближайšie постоянным времени;
- натуральный логарифм переходной характеристики больше единицы.

- Нормирование переходной характеристики это вычисление отношений значений переходной характеристики к рабочему напряжению;
- значений переходной характеристики к максимальному значению АФЧХ;
- значений переходной характеристики к ее максимальному значению;
- значений переходной характеристики к ее установившемуся значению.

49. Согласно методу площадей коэффициенты передаточной функции определяются через

площади, ограниченные переходной характеристикой и осью ординат;  
площади, отсекаемые переходной характеристикой от полных площадей, сосредоточенных между переходной и импульсной характеристиками;  
площади, ограниченные переходной характеристикой и осью абсцисс.

50. Частотные методы определения динамических характеристик объекта предполагают подачу на его вход

трапециидальных импульсов различной частоты, но одной и той же амплитуды;  
гармонических колебаний одной и той же частоты, но различной амплитуды;  
треугольных импульсов одной и той же амплитуды, но различной частоты;  
гармонических колебаний различной частоты, но одной и той же амплитуды;  
ступенчатого сигнала.

51. Задача систем автоматической стабилизации -

стабилизация параметров математического описания объекта управления;  
стабилизация выходной величины объекта управления;  
стабилизация коэффициента усиления объекта;  
стабилизация динамических характеристик объекта управления;

52. При выборе канала регулирования следует учитывать нормы МЭК;

динамические характеристики канала;  
чувствительность канала;  
возможность подавления максимальных возмущений;  
личные предпочтения диспетчера.

53. Низкочастотные возмущения

связаны с действием шумов и «прикладываются» к входу объекта;  
связаны с изменением режима работы объекта и «прикладываются» к его выходу;  
связаны с действием шумов и «прикладываются» к выходу объекта;  
связаны с изменением режима работы объекта и «прикладываются» к его входу.

54. Высокочастотные возмущения

связаны с действием шумов и «прикладываются» к входу объекта;  
связаны с изменением режима работы объекта и «прикладываются» к его выходу;  
связаны с действием шумов и «прикладываются» к выходу объекта;  
связаны с изменением режима работы объекта и «прикладываются» к его входу.

55. Регуляторы непрямого действия

дают «задания» подчиненным регуляторам внутренних контуров;  
непосредственно не воздействуют на объект, выдавая «совет» оператору;  
используют для своей работы энергию, полученную извне;  
воздействуют на объект посредством изменения его параметров.

56. Заграждающий фильтр обычно настраивается

по АЧХ основного возмущения - на низкие частоты;  
на подавление шумов с частотой 50 Гц;  
по АЧХ задающего воздействия - на высокие частоты;

по АЧХ объекта регулирования - на частоты, соответствующие 20-кратному подавлению входного сигнала.

57. «Код» АСУТП включает  
уровень, занимаемый ТОУ и АСУТП в структуре предприятия;  
тип используемых в АСУТП технических средств;  
тип используемых в АСУТП программных средств;  
уровень функциональной надежности АСУТП;  
показатель условной информационной мощности;  
характер протекания технологического процесса во времени.  
тип функционирования АСУТП;  
количество операторов.

58. Тип функционирования АСУТП определяется  
количеством контролируемых величин;  
интеллектуальным уровнем операторов;  
типами автоматизированных функций;  
типом технологического процесса (непрерывный, дискретный,..).

59. В отличие от прямого цифрового управления супервизорное управление не предусматривает  
вычисления управляющих воздействий;  
контроля регулируемых величин;  
вычисления задающих воздействий.

## Раздел 2. Технические средства АСУ ТП

1. Коммуникационные модули контроллера предназначены для  
ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов;  
подключения контроллера к промышленным сетям и организации связи по PtP интерфейсу;  
решения задач автоматического регулирования, позиционирования и т.д.  
подключения к базовому блоку контроллера стоек расширения.

2. Сигнальные модули контроллера предназначены для  
ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов;  
подключения контроллера к промышленным сетям и организации связи по PtP интерфейсу;  
решения задач автоматического регулирования, позиционирования и т.д.  
подключения к базовому блоку контроллера стоек расширения.

3. Интерфейсные модули контроллера предназначены для  
ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов;  
подключения контроллера к промышленным сетям и организации связи по PtP интерфейсу;  
решения задач автоматического регулирования, позиционирования и т.д.  
подключения к базовому блоку контроллера стоек расширения.

4. Функциональные модули контроллера предназначены для  
ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов;  
подключения контроллера к промышленным сетям и организации связи по PtP интерфейсу;

решения задач автоматического регулирования, позиционирования и т.д. подключения к базовому блоку контроллера стоек расширения.

5. Какие модули УСО не существуют?

Аналоговые.

Дискретные.

Числоимпульсные.

Цифровые.

6. Концевой выключатель электропривода является измерительным преобразователем положения электропривода; датчиком состояния электропривода; регистрирующим прибором для регистрации положения электропривода. Всем перечисленным выше.

7. Регулирующий клапан имеет электрический привод. Каким образом можно организовать управление им в составе непрерывного (например, ПИД-) регулятора?

Это невозможно, так как электропривод клапана для контроллера – трехпозиционная нагрузка.

С использованием управляемых преобразователей, например, преобразователя частоты, и выходного аналогового модуля контроллера.

С использованием в контроллере алгоритмов широтно- и частотно-импульсной модуляции и дискретных выходов контроллера.

8. Регулирующий клапан имеет пневматический привод. Каким образом можно организовать управление им в составе непрерывного (например, ПИД-) регулятора?

Это невозможно, так как электропривод клапана для контроллера – трехпозиционная нагрузка;

С использованием электропневматического преобразователя и выходного аналогового модуля контроллера.

С использованием в контроллере алгоритмов широтно- и частотно-импульсной модуляции и дискретных выходов контроллера.

9. Минимальное число дискретных входов и выходов контроллера, задействованных при управлении электроприводом регулирующего клапана составляет

два входа, один выход;

один вход, два выхода;

два входа, два выхода;

один вход, один выход.

10. Уровень воды в баке поддерживается с воздействием электромагнитного клапана на сливе. Какой тип нагрузки представляет собой электромагнит клапана для регулятора уровня?

Трехпозиционная нагрузка.

Двухпозиционная нагрузка типа «холодильник».

Двухпозиционная нагрузка типа «нагреватель».

11. Каким образом в преобразователь частоты Hitachi SJ 100 может быть заведен сигнал задания по частоте?

Через аналоговый токовый вход.

Через аналоговый вход по напряжению.

Через дискретные входы.

Все вышеприведенные возможности имеют место.

12. При организации связи с помощью сигнала по напряжению требуется, чтобы сопротивления линии связи и нагрузки (приемника сигнала) были малы; сопротивление линии связи было мало, а сопротивление нагрузки – велико; сопротивления линии связи и нагрузки были сопоставимы.

13. При организации связи с помощью токового сигнала требуется, чтобы суммарное сопротивление линии связи и нагрузки (приемника сигнала) не превышали определенной величины; суммарное сопротивление линии связи и нагрузки были не менее определенной величины; сопротивления линии связи и нагрузки были сопоставимы.

14. Какой из стандартных токовых сигналов использовать предпочтительнее с точки зрения максимума информации, которую можно из него извлечь?

0-20 мА.

4-20 мА.

0-5 мА.

15. Пассивным выходом модуля УСО является выход, требующий внешнего питания; требующий процедуры инициализации перед проведением необходимых преобразований; требующий для своей работы дополнительно вставляемую в разъем специальную плату.

16. Для гальванической развязки дискретных цепей используются разделительные трансформаторы; оптические пары; как разделительные трансформаторы, так и оптические пары.

17. Дискретные входы УСО контроллера в активном состоянии обычно потребляют ток порядка

100 – 200 мкА;

1 – 10 мА;

100 – 200 мА.

Могут потреблять любой ток, так как его величина не имеет принципиального значения.

18. Сопротивление входов УСО по напряжению обычно имеет порядок десятки Ом; десятки КОм – несколько МОм; сотни МОм.

Сопротивление может быть любым, так как его величина не имеет принципиального значения.

19. Сопротивление токовых входов УСО обычно не превышает нескольких Ом; не превышает одного-двух КОм; не менее 100 КОм.

Сопротивление может быть любым, так как его величина не имеет принципиального значения.

20. Контроллер через дискретный выход управляет включением магнитного пускателя (катушка – переменного тока). Какой вариант цепи управления неправильный?

Семисторный выход – катушка пускателя.

Транзисторный выход – промежуточное реле постоянного тока – катушка пускателя.

Транзисторный выход – промежуточное реле переменного тока – катушка пускателя.

Релейный выход – катушка пускателя.

21. Преимуществом транзисторного выхода перед релейным является

большее максимальное коммутируемое напряжение;

большой максимальный коммутируемый ток;

большая максимальная частота коммутации.

22. Преимуществом релейного выхода УСО перед транзисторным является

более высокая допустимая частота коммутации;

возможность организации ШИМ выходного сигнала;

возможность коммутировать цепи переменного тока.

23. Выходной сигнал измерительного преобразователя – 4-20мА. Вход УСО рассчитан на работу с сигналом 0-10 В и имеет большое (несколько МОм) входное сопротивление. Как согласовать сигналы?

Соединить ИП и УСО через последовательно включенное сопротивление 500 Ом, программно установить смещение (-20%);

Соединить ИП и УСО, включив параллельно входу УСО сопротивление 500 Ом, программно установить смещение (-20%);

Соединить ИП и УСО через последовательно включенное сопротивление 500 Ом, программно установить смещение (+20%);

Соединить ИП и УСО, включив параллельно входу УСО сопротивление 500 Ом, программно установить смещение (+20%).

24. Контроллер имеет 32 дискретных входа. Сколько байт будет занимать в памяти контроллера информация об их состоянии?

4;

16;

32;

64.

25. Токовый выход измерительного преобразователя ИП рассчитан на нагрузку сопротивлением не более 1000 Ом. Как подключить к преобразователю модуль УСО контроллера с входным сопротивлением не более 500 Ом и регистрирующий прибор РП с входным сопротивлением не более 300 Ом?

Подключить входы УСО и РП к выходу ИП параллельно для уменьшения суммарного сопротивления повышения точности измерений;

Подключить входы УСО и РП к выходу ИП последовательно;

Никакое соединение не обеспечит нормальной передачи сигнала.

26. Токовый выход измерительного преобразователя ИП рассчитан на нагрузку сопротивлением не более 1000 Ом. Как подключить к преобразователю модуль УСО контроллера с входным сопротивлением не более 500 Ом и регистрирующий прибор РП с входным сопротивлением не более 1000 Ом?

Подключить входы УСО и РП к выходу ИП параллельно;  
Подключить входы УСО и РП к выходу ИП последовательно;  
Никакое соединение не обеспечит нормальной передачи сигнала.

27. В IP-коде, обозначающем степень защиты корпуса, первая цифра обозначает степень защиты от воды;  
степень защиты от твердых тел;  
степень защиты от внешнего теплового излучения;  
степень защиты от электромагнитного излучения.

28. В IP-коде, обозначающем степень защиты корпуса, вторая цифра обозначает степень защиты от воды;  
степень защиты от твердых тел;  
степень защиты от внешнего теплового излучения;  
степень защиты от электромагнитного излучения.

29. Преимуществом РС-совместимых промышленных контроллеров и компьютеров является их высокая надежность;  
их высокая функциональность;  
их «открытость»;  
все выше перечисленные преимущества.

30. Форм-фактор одноплатного компьютера не определяет тип используемого микропроцессора;  
тип шины;  
размеры платы;  
тип используемых для подключения платы разъемов.

31. Форм-фактор одноплатного компьютера определяет тип используемого микропроцессора;  
тип шины;  
типы и количество сетевых интерфейсов;

32. Термопара является незаземленным источником сигнала;  
балансным источником сигнала;  
заземленным источником сигнала.

33. Синфазное напряжение - это напряжение помехи, действующее в противофазе с «полезным» сигналом совпадающее по фазе с «полезным» сигналом действующее на обоих входах приемника относительно «земли»

34. Однофазный скоростной счетчик (Siemens S7) подсчитывает сигналы только одной фазы;  
работает только во время одной фазы цикла контроллера;  
имеет только один счетный вход;  
работает только в одном «направлении»;  
принимает только сигналы "прямой полярности".

35. Квадратурный счетчик (Siemens S7)

обязательно имеет два счетных входа;  
выдает квадрат числа импульсов;  
вычисляет квадратуру входного сигнала;  
анализирует разность фаз импульсов на счетных входах.

36. Группирование дискретных входов и выходов производится для упрощения программы за счет возможности группового управления; уменьшения числа соединительных клемм; защиты от помех; уменьшения числа проводников.

37. Гальваническая развязка полностью устраняет индуктивные связи  
кондуктивные связи  
емкостные связи

38. Одним из способов борьбы с помехами является симметрирование. Оно касается сигнальных проводников; исполнительных механизмов; измерительных преобразователей; программных алгоритмов.

39. Дифференциальный вход приемника сигнала вычисляет разность напряжений на двух входах относительно «земли»; производную напряжения одного входа относительно «земли»; напряжение на одном входе относительно «земли»; производную разности напряжений на двух входах относительно «земли».

40. В микропроцессорных регуляторах Овен «масштабирование» входного сигнала производится путем задания сдвига и наклона; постоянной времени фильтра; границ диапазона измерений.

41. В микропроцессорных регуляторах Овен «коррекция» входного сигнала производится путем задания сдвига и наклона; постоянной времени фильтра; границ диапазона измерения.

42. В микропроцессорных регуляторах Овен для сигнализации об уменьшении значения температуры ниже заданной границы применяется тип логики 1 «Прямой гистерезис»; тип логики 2 «Обратный гистерезис»; Тип логики 4 «U-образная»; тип логики 3 «П-образная».

43. В микропроцессорных регуляторах Овен для сигнализации о превышении контролируемым параметром заданной границы применяется тип логики 1 «Прямой гистерезис»; тип логики 3 «П-образная»; Тип логики 4 «U-образная»;

тип логики 2 «Обратный гистерезис».

44. В микропроцессорных регуляторах Овен для сигнализации о нахождении температуры в заданных границах применяется

тип логики 3 «П-образная»;

Тип логики 4« U-образная»;

тип логики 2 «Обратный гистерезис»;

тип логики 1 «Прямой гистерезис».

45. В микропроцессорных регуляторах Овен для сигнализации о выходе температуры за заданные границы применяется

тип логики 1 «Прямой гистерезис»;

Тип логики 4« U-образная»;

тип логики 2 «Обратный гистерезис»;

тип логики 3 «П-образная».

46. Компьютерный модуль (COM, SOM)

реализует всю необходимую периферию и устанавливается в плате-носителе с процессором и памятью;

устанавливается в плате-носителе, которая реализует всю необходимую периферию; непосредственно встраивается в оборудование.

### Раздел 3. Программные средства АСУ ТП

1. Программирование промышленных контроллеров производится с помощью

SoftLogic-систем;

SCADA - систем;

DCS;

MES.

2. Программу контроллера, решающего задачу автоматического регулирования непрерывно изменяющейся величины, удобнее составить на языке

ST (Structured Text);

FBD (Function Block Diagram);

IL (Instruction List);

LD (Ladder Diagram).

3. Сложную релейно-контакторную систему управления решили заменить на современную систему на базе программируемого логического контроллера. На каком языке программирования удобнее и быстрее составить программу для контроллера?

ST (Structured Text).

FBD (Function Block Diagram).

IL (Instruction List).

LD (Ladder Diagram).

4. Какой из языков программирования контроллеров наиболее близок к языкам программирования высокого уровня, типа C, Pascal и т.д.?

ST (Structured Text);

FBD (Function Block Diagram);

IL (Instruction List);

LD (Ladder Diagram).

5. Какой из языков программирования контроллеров наиболее близок к языку Assembler или практически является таковым?

ST (Structured Text);  
FBD (Function Block Diagram);  
IL (Instruction List);  
LD (Ladder Diagram).

6. Сторожевой таймер, применяемый в промышленных контроллерах и компьютерах это аппаратно-программное средство,

перехватывающее все прерывания от внешних устройств;  
перезапускающее контроллер (компьютер) в случае зависания программы;  
осуществляющее антивирусную защиту.

7. С какой целью в алгоритмах цифрового ПИД-регулирования используется балластное аperiodическое звено?

Для фильтрации высокочастотных шумов;

Для упрощения реализации закона регулирования (исключения процедуры вычисления производной);

Для решения обеих перечисленных выше задач, которые, по сути, представляют собой одну задачу;

Балластное аperiodическое звено в алгоритмах цифрового ПИД-регулирования применять категорически нельзя.

8. При обработке сигналов расходомеров определенного типа в программах контроллеров используются алгоритмы

извлечения квадратного корня;  
возведения в квадрат;  
определения натурального логарифма.

9. Проблема безударности переключений возникает при разработке алгоритмов

программно-логического управления;  
автоматического регулирования;  
защиты и сигнализации.

10. Процедура «обратного счета», реализуемая в контроллерах для решения проблемы безударности переключений предусматривает

пересчет входных сигналов алгоритмических блоков по предполагаемым значениям их выходных сигналов;

пересчет предыдущих значений выходных сигналов алгоритмических блоков по их текущим значениям;

пересчет времени изменения выходных сигналов алгоритмических блоков по предыдущим значениям их входных сигналов.

11. HMI (MMI) это

средства отображения и представления технологической информации;  
средства автоматического управления;  
средства планирования производственного процесса.

12. Основное назначения SCADA-систем –

сбор данных, визуализация технологического процесса, супервизорное управление;  
разработка, отладка и загрузка программ для промышленных контроллеров;  
разработка проекта автоматизации технологического процесса.

13. Является ли SCADA-система системами класса MMI (HMI)?

Безусловно является;

Безусловно не является;

Является в зависимости от набора функций, реализованных в SCADA-системе.

14. Программное обеспечение, реализующее стандарт OPC (OLE for Process Control) используется в основном в

промышленных контроллерах;

SCADA-системах;

офисных приложениях административного уровня управления производством.

15. Система TRACE MODE позволяет программировать

любые промышленные контроллеры и компьютеры;

промышленные контроллеры и компьютеры любого типа, но только из списка поддерживаемого оборудования;

только PC-совместимые промышленные контроллеры и компьютеры.

16. SCADA-системой не является система

Genesis32;

TRACE MODE;

Ultralogic.

17. Программные системы управления основными фондами, техническим обслуживанием и ремонтами является системы класса

EAM (Enterprise Asset Management);

HRM (Human Resources Management);

MES (Manufacturing execution system).

18. Программные системы управления персоналом является системы класса

EAM (Enterprise Asset Management);

HRM (Human Resources Management);

MES (Manufacturing execution system).

19. Стандарт OPC основан на технологии

CORBA;

ADO;

RS232;

COM/DCOM.

20. CLSID – это

уникальный в пределах локальной машины идентификатор класса COM;

уникальный в пределах локальной машины идентификатор класса OPC;

уникальный в мире идентификатор класса OPC;

уникальный в мире идентификатор класса COM.

21. OPC-серверы разрабатываются

исключительно фирмой Microsoft для конкретного оборудования;

производителями SCADA-систем;

пользователями SCADA-систем для конкретного оборудования;

производителями оборудования.

22. Элемент данных OPC-DA содержит информацию о «важности» данных;  
«качестве» переменной;  
количестве измерений;  
значении переменной;  
времени измерений;  
источнике данных.

23. Группа элементов OPC Group создается сервером у клиента;  
создается разработчиком сервера при его написании;  
создается клиентом на сервере;  
описана в стандарте и не может быть изменена.

24. MES-система выполняет свои основные функции, число которых  
10;  
5;  
11;  
8.

25. В отличие от APS-систем MES-система может составлять объемные планы;  
составлять календарные планы;  
контролировать выполнение календарных планов и корректировать их;  
рассчитывать себестоимость продукции.

26. Основным критерием оптимизации в MES-системах является минимум времени изготовления заказа;  
минимум брака;  
максимальная загрузка оборудования и рабочих;  
максимум КПД.

27. Стоимость станко-часа простоя оборудования в MES-системах включается в стоимость станко-часа работы;  
учитывается при определении себестоимости продукции;  
включает накладные расходы;  
рассчитывается самой системой.

#### Раздел 4. Промышленные компьютерные сети

1. Недостатком всех централизованных автоматизированных систем управления технологическими процессами является  
большой расход соединительных кабелей;  
низкое быстродействие (большое время отклика);  
низкая надежность.

2. Интеллектуальными (smart) устройствами в составе АСУТП называют программируемые логические контроллеры, выполняющие функции контроля и регулирования технологических параметров;  
операторские рабочие станции под управлением SCADA-систем;  
измерительные преобразователи и исполнительные механизмы с микропроцессорными системами обработки данных и управления и промышленными сетевыми интерфейсами.

3. В модели компьютерных сетей ISO OSI сеть представлена уровнями, число которых  
5;  
7;  
8;  
9.

4. Какой из протоколов не является протоколом прикладного уровня компьютерной сети?

FTP;  
HTTP;  
Telnet;  
TCP.

5. В URL [www.amursu.ru](http://www.amursu.ru) «www» – это  
название сетевой службы;  
протокол прикладного уровня;  
имя узла.

6. Разбиением данных на пакеты при отправлении, сборкой пакетов с контролем последовательности их получения занимается  
уровень приложений;  
транспортный уровень (например, протокол TCP);  
сетевой уровень (например, протокол IP);  
канальный уровень.

7. Вопросами логической адресации узлов в глобальных сетях занимается программное обеспечение  
уровня приложений;  
транспортного уровня;  
 сетевого уровня;  
 канального уровня.

8. Вопросами физической адресации узлов в однородных локальных сетях занимается программное и аппаратное обеспечение  
уровня приложений;  
транспортного уровня;  
 сетевого уровня;  
 канального уровня;  
 физического уровня.

9. В Ethernet и Fast Ethernet используется метод доступа к каналу связи

1) CSMA/CD – Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов);

2) TPMA – Token Passing Multiple Access (множественный доступ с передачей маркера);

3) TDMA – Time Division Multiple Access (множественный доступ с разделением во времени).

10. Переключатель (switch) – это устройство, работающее на уровнях  
приложений;  
транспортном и сетевом;

сетевом и канальном;  
канальном и физическом.

11. Fieldbus – это  
протокол передачи данных;  
сетевая технология;  
сфера применения сетевых технологий (промышленное производство).

12. Какие из требований к промышленным сетям противоречат друг другу?  
помехоустойчивость и возможность получения «распределенного интеллекта» путем предоставления максимального доступа к каналу нескольким ведущим узлам;  
производительность и предсказуемость времени доставки информации;  
минимальная стоимость устройств аппаратной реализации и доступность и простота организации физического канала передачи данных.

13. Какие уровни сетевой модели ISO OSI в большинстве случаев не используются в промышленных сетях?  
прикладной, представления, сеансовый;  
представления, транспортный, сетевой;  
сетевой, канальный, физический.

14. Программные и аппаратные средства промышленных сетей в большинстве случаев ограничиваются следующими уровнями сетевой модели ISO OSI  
прикладной, транспортный, сетевой, физический;  
прикладной, сетевой, канальный, физический;  
прикладной, канальный, физический.

15. Какой из видов кабеля наиболее часто применяется в промышленных сетях?  
Коаксиальный кабель;  
Витая пара;  
Оптоволокно.

16. Какой из видов кабеля обеспечивает максимальную защиту от электромагнитных помех?  
Коаксиальный кабель;  
Витая пара;  
Оптоволокно.

17. Какой из стандартных физических интерфейсов наиболее часто применяется в промышленных сетях?  
RS-232;  
RS-422;  
RS-485.

18. Промышленная сеть связывает множество датчиков, выходная информация которых имеет дискретный характер. Какой из типов сообщений обеспечит максимальную производительность сети?  
Опрос;  
Широковещательное стробирование;  
Периодическая рассылка;  
Отсылка сообщений по факту изменения состояния.

19. В сети, построенной по принципу MASTER-SLAVE, только MASTER-устройства могут

передавать сообщения;  
инициализировать обмен сообщениями;  
допускать настройку параметров обмена сообщениями.

20. Какая из промышленных сетевых технологий позволяет создавать мультимастерные сети?

ModBus;  
CAN;  
ASI.

21. В какой из промышленных сетевых технологий сообщения имеют минимальный размер?

ModBus;  
CAN;  
ASI;  
ProfiBus.

22. Сколько MASTER-устройств может присутствовать в сети, построенной по протоколу HART?

один;  
не более двух;  
до 32;  
неограниченное количество.

23. В какой из промышленных сетевых технологий «несущим» сигналом является сигнал 4-20мА?

CAN;  
ASI;  
HART;  
ProfiBus.

24. В какой из промышленных сетевых технологий поддерживается передача данных на расстояния выше 3 км?

CAN;  
ASI;  
HART;  
ProfiBus.

25. С точки зрения применения в условиях промышленности к недостаткам технологии Ethernet следует отнести

большие издержки при передаче данных небольшого объема;  
недостаточная дальность передачи;  
недостаточная скорость передачи.

26. В основе сетевой промышленной шины DeviceNet лежит стандарт

CAN;  
ASI;  
HART;  
ProfiBus.

27. Какая из перечисленных технологий обеспечивает максимальную скорость передачи данных?

CAN;

ASI;

ProfiBus;

Традиционная технология 4–20 мА.

28. Технология «кольцо» реализуется в сетях

CAN;

ProfiBus;

Hart;

ASI.

29. «Профиль» в промышленных компьютерных сетях описывает

как устройства могут взаимодействовать по сети;

как устройства относятся к уровням модели OSI;

«происхождение» устройства.

## **5. Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе**

В учебном процессе по дисциплине предусматриваются следующие интерактивные технологии и инновационные методы.

Все лекционные занятия проводятся в форме компьютерных презентаций. Ряд презентаций содержит элементы анимации. Презентации по темам «Системы автоматического регулирования», «Автоматизация дискретных технологических процессов» дополняются компьютерным моделированием и симуляцией в пакете Matlab и системе имитационного моделирования Simulink, демонстрирующими решение задач по анализу и синтезу систем.

Проведение большинства лабораторных работ связано с использованием современных компьютерных технологий в области автоматизации.

Часть тем курсовых проектов имеет исследовательский характер. Курсовое проектирование в целом может использовать как вспомогательную такую форму, как электронная конференция на базе сайта кафедры [app.vrsoft.ru](http://app.vrsoft.ru), включая обсуждение работ на прикрепленных форумах.

В процедурах промежуточного и итогового контроля знаний используется компьютерное тестирование (см. п.4. «Контроль знаний»).