

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра управления в технических системах



ТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

Е.И. Луковникова

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Б1.Б.16

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

27.03.04 Управление в технических системах

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Управление и информатика в технических системах

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах от 20.10.2015 г № 1171 и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» от 03.02.2020 г № 46 для очной формы обучения, заочно - ускоренной формы обучения для набора 2020 года

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ		Стр.
1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		5
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ		5
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....		5
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости		5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ		6
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий		6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам		12
4.3 Лабораторные работы.....		29
4.4 Практические занятия.....		29
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....		29
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ		32
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ		33
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....		33
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ		33
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....		34
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ практических работ		34
9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта (курсовой работы), контрольной работы, РГР, реферата		48
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ		52
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ		52
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....		53
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины		60
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе		61

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно- исследовательской и проектно- конструкторскому видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины является: приобретение обучающимися знаний современных технических средств автоматизации для реализации систем управления техническими системами на базе типовых аппаратных и программных средств, включающих аппаратно-программные комплексы; изучение средств получения информации о состоянии объекта автоматизации; обработка, хранение и преобразование информации.

Задачи дисциплины

Задачей изучения дисциплины является: познакомить обучающихся с принципами построения и настройки автоматизированных систем управления техническими объектами; дать информацию о типовых аппаратных и программных средствах, включающих комплексы технических и программных средств, получения, обработки и визуализации информации о состоянии объекта автоматизации; научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании автоматизированных систем управления техническими объектами и их элементов.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные источники научно-технической информации в области разработки и применения технических средств автоматизации <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно разбираться в нормативных документах по созданию систем автоматизации и применять их для решения поставленной задачи <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции.
ОПК-4	Готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – тенденции и перспективы развития устройств автоматизации и управления, а также смежных областей науки и техники; – методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации устройств автоматизации и управления с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проектировать устройства автоматизации и управления с учетом заданных требований; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – современными программными средствами моделирования и оптимального проектирования устройств автоматизации и управления различного функционального назначения.

<p>ПК-1</p>	<p>Способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</p>	<p>Знать: – основные законы естественнонаучных дисциплин; основные закономерности измерений, влияние качества измерений на качество конечных результатов метрологической деятельности, методов и средств обеспечения единства измерений; Уметь: – выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции отрасли, эффективное оборудование; определять технологические режимы и показатели качества функционирования оборудования; Владеть: – навыками анализа технологических процессов, как объекта управления; – навыками в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний.</p>
<p>ПК-6</p>	<p>Способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием</p>	<p>Знать: – основы построения и архитектуры микропроцессоров, средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники Уметь: – проводить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики Владеть: – методами разработки алгоритмов и программ на ассемблере, современными интегрированными средами разработки программного обеспечения для микроконтроллеров, проектирования систем</p>
<p>ПК-7</p>	<p>Способность разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями</p>	<p>Знать: – методы проектной работы; подходов к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; – общие требования к автоматизированным системам проектирования; Уметь: – проводить обоснованный выбор и комплексирование средств компьютерной графики; – разрабатывать принципиальные, структурные, функциональные, электрические схемы и проектировать типовые системы; Владеть: – навыками выбора аналогов и прототипов при проектировании систем автоматизации; – навыками оформления проектной документации в соответствии с требованиями ЕСКД</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1. Б.16 Технические средства автоматизации и управления относится к базовой части.

Дисциплина Технические средства автоматизации и управления системы базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин Б1.В.ОД.8 Технические измерения и Б1.Б.17 Метрология и измерительная техника.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Технические средства автоматизации и управления представляет основу для изучения дисциплин Б1.В.ДВ.10 Автоматизация технологических процессов и производств и Б1.В.ДВ.09.01 Проектирование автоматизированных систем.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоёмкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	4	7	180	68	34	17	17	112	КП	Экзамен
Заочная	5	–	180	17	6	7	4	163	КП	Экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	3	–	180	16	6	6	4	164	КП	Экзамен
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоёмкости

Вид учебных занятий	Трудоёмкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			7
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	68	20	68
Лекции (Лк)	34	6	34
Лабораторные работы (ЛР)	17	7	17
Практические занятия (ПЗ)	17	7	17
Курсовой проект (КП)	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	58	-	58
Подготовка к лабораторным работам	12	-	12
Подготовка к практическим занятиям	12	-	12
Подготовка к экзамену в течение семестра	12	-	12
Выполнение курсового проекта	22	-	22
III. Промежуточная аттестация экзамен	54	-	54
Общая трудоёмкость дисциплины час.	180	-	180
зач. ед.	5	-	5

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Общие сведения о технических средствах автоматизации	9	3	1	–	5
1.1.	Состав систем автоматики	1,5	0,5	–	–	1
1.2.	Государственная система приборов	2	1	–	–	1
1.3.	Метрологические характеристики средств автоматизации	2,5	0,5	1	–	1
1.4.	Классификация технических средств автоматизации	1,5	0,5	–	–	1
1.5.	Основные параметры и характеристики устройств	1,5	0,5	–	–	1
2	Первичные преобразователи (датчики)	24,5	9,5	3	–	12
2.1.	Типы электрических датчиков	1,5	0,5	–	–	1
2.2.	Датчики активного сопротивления (резистивные)	2	1	–	–	1
2.3.	Пьезоэлектрические датчики	2	1	–	–	1
2.4.	Емкостные (электростатические) датчики	4	1	1	–	2
2.5.	Терморезисторы	2	1	–	–	1
2.6.	Термоэлектрические датчики	2	1	–	–	1
2.7.	Фотоэлектрические датчики	3	1	1	–	1
2.8.	Ультразвуковые датчики	2	1	–	–	1
2.9.	Электромагнитные датчики	4	1	1	–	2
2.10.	Электромашинные датчики	2	1	–	–	1
3	Усилители	4,5	1,5	–	–	3
3.1.	Обратные связи в усилителях	1,5	0,5	–	–	1
3.2.	Магнитные усилители	1,5	0,5	–	–	1
3.3.	Электромашинные усилители	1,5	0,5	–	–	1
4	Исполнительные устройства	6	2	–	–	4
4.1.	Регулирующие органы	3	1	–	–	2
4.2.	Исполнительные механизмы	3	1	–	–	2
5	Электромагнитные реле	6	2	–	–	4
5.1.	Электромагнитные нейтральные реле	1,5	0,5	–	–	1
5.2.	Электромагнитные поляризованные реле	1,5	0,5	–	–	1
5.3.	Типы специальных реле	1,5	0,5	–	–	1
5.4.	Контакты и магнитные пускатели	1,5	0,5	–	–	1

6	Пневматические элементы и устройства автоматики	9	3	–	–	6
6.1.	Элементы пневмоавтоматики	1,5	0,5	–	–	1
6.2.	Пневмоусилители	1,5	0,5	–	–	1
6.3.	Комбинированные преобразователи	3	1	–	–	2
6.4.	Пневматические исполнительные механизмы	3	1	–	–	2
7	Автоматические регуляторы	4,5	1,5	–	–	3
7.1.	Классификация автоматических регуляторов	1,5	0,5	–	–	1
7.2.	Автоматические регуляторы непрерывного действия	1,5	0,5	–	–	1
7.3.	Автоматические регуляторы дискретного действия	1,5	0,5	–	–	1
8	Программируемые контроллеры	37,5	3,5	10	17	7
8.1.	Классификация ПЛК как основных компонентов программно-технических комплексов	4,5	0,5	1	2	1
8.2.	Функционально-конструктивная схема модульного ПЛК	5,5	0,5	2	2	1
8.3.	Архитектура и общая организация модульного ПЛК	5,5	0,5	2	2	1
8.4.	Понятие цикла работы ПЛК	4,5	0,5	1	2	1
8.5.	Центральная память ПЛК	4,5	0,5	1	2	1
8.6.	Модули ввода/вывода ПЛК	4,5	0,5	1	2	1
8.7.	Устройства программирования ПЛК и программно математическое обеспечение	8,5	0,5	2	5	1
9	Средства промышленных сетей	15	5	2	–	8
9.1.	AS-интерфейс	2	1	–	–	1
9.2.	PROFIBUS	3	1	–	–	2
9.3.	ETHERNET	4	1	1	–	2
9.4.	HART-протокол	4	1	1	–	2
9.5.	CAN-протокол	2	1	–	–	1
10	Интерфейсы систем автоматизации и управления	10	3	1	–	6
10.1.	Интерфейсы. Основные понятия и определения	1,5	0,5	–	–	1
10.2.	Классификация интерфейсов	1,5	0,5	–	–	1
10.3.	Структурная организация интерфейсов	1,5	0,5	–	–	1
10.4.	Последовательный интерфейс RS-232C	2,5	0,5	1	–	1
10.5.	Последовательный интерфейс RS-485	1,5	0,5	–	–	1
10.6.	Параллельный интерфейс	1,5	0,5	–	–	1
	ИТОГО	180 (126)	34	17	17	58

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо-емкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Общие сведения о технических средствах автоматизации	10	–	–	–	10
1.1.	Состав систем автоматики	2	–	–	–	2
1.2.	Государственная система приборов	2	–	–	–	2
1.3.	Метрологические характеристики средств автоматизации	2	–	–	–	2
1.4.	Классификация технических средств автоматизации	2	–	–	–	2
1.5.	Основные параметры и характеристики устройств	2	–	–	–	2
2	Первичные преобразователи (датчики)	41,5	2,5	4	–	35
2.1.	Типы электрических датчиков	3	–	–	–	3
2.2.	Датчики активного сопротивления (резистивные)	3,5	0,5	–	–	3
2.3.	Пьезоэлектрические датчики	3	–	–	–	3
2.4.	Емкостные (электростатические) датчики	7,5	0,5	2	–	5
2.5.	Терморезисторы	4,5	0,5	–	–	4
2.6.	Термоэлектрические датчики	4,5	0,5	–	–	4
2.7.	Фотоэлектрические датчики	3	–	–	–	3
2.8.	Ультразвуковые датчики	3	–	–	–	3
2.9.	Электромагнитные датчики	6,5	0,5	2	–	4
2.10.	Электромашинные датчики	3	–	–	–	3
3	Усилители	9	–	–	–	9
3.1.	Обратные связи в усилителях	3	–	–	–	3
3.2.	Магнитные усилители	3	–	–	–	3
3.3.	Электромашинные усилители	3	–	–	–	3
4	Исполнительные устройства	9	1	–	–	8
4.1.	Регулирующие органы	4,5	0,5	–	–	4
4.2.	Исполнительные механизмы	4,5	0,5	–	–	4
5	Электромагнитные реле	12	–	–	–	12
5.1.	Электромагнитные нейтральные реле	3	–	–	–	3
5.2.	Электромагнитные поляризованные реле	3	–	–	–	3
5.3.	Типы специальных реле	3	–	–	–	3
5.4.	Контакты и магнитные пускатели	3	–	–	–	3
6	Пневматические и гидравлические элементы и устройства автоматики	14	–	–	–	14
6.1.	Элементы пневмоавтоматики	3	–	–	–	3
6.2.	Пневмоусилители	3	–	–	–	3
6.3.	Комбинированные преобразователи	4	–	–	–	4
6.4.	Пневматические исполнительные механизмы	4	–	–	–	4

7	Автоматические регуляторы	9	–	–	–	9
7.1.	Классификация автоматических регуляторов	3	–	–	–	3
7.2.	Автоматические регуляторы непрерывного действия	3	–	–	–	3
7.3.	Автоматические регуляторы дискретного действия	3	–	–	–	3
8	Программируемые контроллеры	30	2	3	4	21
8.1.	Классификация ПЛК как основных компонентов программно-технических комплексов	3,5	0,5	–	–	3
8.2.	Функционально-конструктивная схема модульного ПЛК	4,5	0,5	1	–	3
8.3.	Архитектура и общая организация модульного ПЛК	5	–	–	2	3
8.4.	Понятие цикла работы ПЛК	3	–	–	–	3
8.5.	Центральная память ПЛК	3	–	–	–	3
8.6.	Модули ввода/вывода ПЛК	4,5	0,5	1	–	3
8.7.	Устройства программирования ПЛК и программно математическое обеспечение	6,5	0,5	1	2	3
9	Средства промышленных сетей	18,5	0,5	–	–	18
9.1.	AS-интерфейс	3	–	–	–	3
9.2.	PROFIBUS	4	–	–	–	4
9.3.	ETHERNET	4	–	–	–	4
9.4.	HART-протокол	4,5	0,5	–	–	4
9.5.	CAN-протокол	3	–	–	–	3
10	Интерфейсы систем автоматизации и управления	18	–	–	–	18
10.1.	Интерфейсы. Основные понятия и определения	3	–	–	–	3
10.2.	Классификация интерфейсов	3	–	–	–	3
10.3.	Структурная организация интерфейсов	3	–	–	–	3
10.4.	Последовательный интерфейс RS-232C	3	–	–	–	3
10.5.	Последовательный интерфейс RS-485	3	–	–	–	3
10.6.	Параллельный интерфейс	3	–	–	–	3
	ИТОГО	171	6	7	4	154

- для заочной формы (ускоренное обучение) обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо- емкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоя- тельную работу обучающихся и трудоем- кость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоя- тельная работа обу- чающихся
			лекции	лабора- торные работы	практи- ческие занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Общие сведения о техниче- ских средствах автоматизации	10	–	–	–	10
1.1.	Состав систем автоматики	2	–	–	–	2
1.2.	Государственная система при- боров	2	–	–	–	2
1.3.	Метрологические характери- стики средств автоматизации	2	–	–	–	2
1.4.	Классификация технических средств автоматизации	2	–	–	–	2
1.5.	Основные параметры и характе- ристики устройств	2	–	–	–	2
2	Первичные преобразователи (датчики)	41,5	2,5	4	–	35
2.1.	Типы электрических датчиков	3	–	–	–	3
2.2.	Датчики активного сопротивле- ния (резистивные)	3,5	0,5	–	–	3
2.3.	Пьезоэлектрические датчики	3	–	–	–	3
2.4.	Емкостные (электростатиче- ские) датчики	7,5	0,5	2	–	5
2.5.	Терморезисторы	4,5	0,5	–	–	4
2.6.	Термоэлектрические датчики	4,5	0,5	–	–	4
2.7.	Фотоэлектрические датчики	3	–	–	–	3
2.8.	Ультразвуковые датчики	3	–	–	–	3
2.9.	Электромагнитные датчики	6,5	0,5	2	–	4
2.10.	Электромашинные датчики	3	–	–	–	3
3	Усилители	9	–	–	–	9
3.1.	Обратные связи в усилителях	3	–	–	–	3
3.2.	Магнитные усилители	3	–	–	–	3
3.3.	Электромашинные усилители	3	–	–	–	3
4	Исполнительные устройства	9	1	–	–	8
4.1.	Регулирующие органы	4,5	0,5	–	–	4
4.2.	Исполнительные механизмы	4,5	0,5	–	–	4
5	Электромагнитные реле	12	–	–	–	12
5.1.	Электромагнитные нейтральные реле	3	–	–	–	3
5.2.	Электромагнитные поляризо- ванные реле	3	–	–	–	3
5.3.	Типы специальных реле	3	–	–	–	3
5.4.	Контакты и магнитные пуска- тели	3	–	–	–	3
6	Пневматические и гидравли- ческие элементы и устройства автоматики	14	–	–	–	14
6.1.	Элементы пневмоавтоматики	3	–	–	–	3
6.2.	Пневмоусилители	3	–	–	–	3
6.3.	Комбинированные преобразова- тели	4	–	–	–	4
6.4.	Пневматические исполнитель- ные механизмы	4	–	–	–	4

7	Автоматические регуляторы	9	–	–	–	9
7.1.	Классификация автоматических регуляторов	3	–	–	–	3
7.2.	Автоматические регуляторы непрерывного действия	3	–	–	–	3
7.3.	Автоматические регуляторы дискретного действия	3	–	–	–	3
8	Программируемые контроллеры	30	2	2	4	22
8.1.	Классификация ПЛК как основных компонентов программно-технических комплексов	3,5	0,5	–	–	3
8.2.	Функционально-конструктивная схема модульного ПЛК	4,5	0,5	1	–	3
8.3.	Архитектура и общая организация модульного ПЛК	5	–	–	2	3
8.4.	Понятие цикла работы ПЛК	3	–	–	–	3
8.5.	Центральная память ПЛК	3	–	–	–	3
8.6.	Модули ввода/вывода ПЛК	4,5	0,5	–	–	4
8.7.	Устройства программирования ПЛК и программно математическое обеспечение	6,5	0,5	1	2	3
9	Средства промышленных сетей	18,5	0,5	–	–	18
9.1.	AS-интерфейс	3	–	–	–	3
9.2.	PROFIBUS	4	–	–	–	4
9.3.	ETHERNET	4	–	–	–	4
9.4.	HART-протокол	4,5	0,5	–	–	4
9.5.	CAN-протокол	3	–	–	–	3
10	Интерфейсы систем автоматизации и управления	18	–	–	–	18
10.1.	Интерфейсы. Основные понятия и определения	3	–	–	–	3
10.2.	Классификация интерфейсов	3	–	–	–	3
10.3.	Структурная организация интерфейсов	3	–	–	–	3
10.4.	Последовательный интерфейс RS-232C	3	–	–	–	3
10.5.	Последовательный интерфейс RS-485	3	–	–	–	3
10.6.	Параллельный интерфейс	3	–	–	–	3
	ИТОГО	171	6	6	4	155

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Часть лекций (6 часов) проводится в интерактивном виде "разбор конкретных ситуаций", преподаватель на обсуждение ставит конкретную ситуацию, обучающиеся анализируют и обсуждают эту ситуацию сообща, всей аудиторией. Преподаватель старается активизировать участие в обсуждении отдельными вопросами, обращенными к отдельным обучающимся, представляет различные мнения, чтобы развить дискуссию, стремясь направить ее в нужное направление. Затем, опираясь на правильные высказывания и анализируя неправильные, подводит слушателей к коллективному выводу или обобщению.

1. Общие сведения о технических средствах автоматизации

1.1. Состав систем автоматики

Элементы автоматизации объединяются в системы автоматики и выполняют следующие функции: получение информации о ходе управляемого процесса, ее обработка и использование при формировании управляющих воздействий на процесс. В зависимости от назначения различают следующие автоматические системы:

система автоматической сигнализации, которая предназначена для извещения обслуживающего персонала о состоянии той или иной технической установки, о протекании того или иного процесса;

система автоматического контроля, осуществляющая без участия человека контроль различных параметров и величин, характеризующих работу какого-либо технического агрегата или протекание какого-либо процесса;

система автоматической блокировки и защиты, которая служит для предотвращения возникновения аварийных ситуаций в технических агрегатах и установках;

система автоматического пуска и остановки, обеспечивающая включение, остановку (а иногда и реверс) различных двигателей и приводов по заранее заданной программе;

система автоматического управления, предназначенная для управления работой тех или иных технических агрегатов либо теми или иными процессами.

Важнейшими и наиболее сложными являются системы автоматического управления. *Управлением в широком смысле слова называется организация какого-либо процесса, обеспечивающая достижение поставленной цели.*

Общие законы получения, хранения, передачи и преобразования информации в управляющих системах изучает кибернетика. Таким образом, изучение систем автоматики также является одной из задач кибернетики. Технические средства, с помощью которых построены автоматические системы, называются элементами автоматики.

1.2. Государственная система приборов

Технические средства автоматизации являются неотъемлемой частью государственной системы промышленных приборов (ГСП) и представляют собой основу при реализации информационно-управляющих систем в промышленной и непромышленной сферах производства. Принципы организации ГСП в значительной мере определяют содержание этапа проектирования технического обеспечения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). В свою очередь, основу ГСП составляют проблемно-ориентированные агрегатные комплексы технических средств.

Типовые средства автоматизации могут быть *техническими, программно-техническими и общесистемными.*

К техническим средствам автоматизации (ТСА) относят:

- датчики;
- исполнительные механизмы;
- регулирующие органы (РО);
- линии связи;
- вторичные приборы (показывающие и регистрирующие);
- устройства аналогового и цифрового регулирования;
- программно-задающие блоки;
- устройства логико-командного управления;
- модули сбора и первичной обработки данных и контроля состояния технологического объекта управления (ТОУ);

- модули гальванической развязки и нормализации сигналов;
- преобразователи сигналов из одной формы в другую;
- модули представления данных, индикации, регистрации и выработки сигналов управления;
- буферные запоминающие устройства;
- программируемые таймеры;
- специализированные вычислительные устройства, устройства допроцессорной подготовки.

1.3. Метрологические характеристики средств автоматизации

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, и способах достижения требуемой точности. Под измерением понимают определение численного значения физической величины в принятых единицах опытным путем с помощью средств измерений.

Средство измерения – техническое средство (мера, контрольно-измерительный прибор или измерительный преобразователь), используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства.

Контрольно-измерительный прибор – средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

Измерительный преобразователь – средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

Единица измерения – значение физической величины, принятой за основание для сравнения при количественной оценке величин такого же рода.

Из-за несовершенства контрольно-измерительных приборов и методов измерения возникают погрешности (ошибки), т.е. параметр не может быть измерен абсолютно точно.

1.4. Классификация технических средств автоматизации

Технические средства автоматизации классифицируются по ряду признаков. По функциональному признаку технические средства системы автоматического регулирования (САР) (рис. 1.4) подразделяются: на первичные преобразователи – датчики (Д); усилители (У); устройства сравнения (УС); задающие устройства – задатчики (ЗУ); регулирующие устройства (РУ); исполнительные устройства (ИУ). Кроме того, система может включать различные вспомогательные устройства и элементы: нормирующие преобразователи, стабилизаторы, коммутирующие элементы, выпрямители, вычислительные устройства и элементы и др.

Первичный преобразователь (датчик) – устройство, предназначенное для преобразования регулируемого параметра (физической величины) объекта управления (ОУ) в эквивалентную величину выходного сигнала (электрического, пневматического, гидравлического или др.), более удобного для последующего использования в системе.

1.5. Основные параметры и характеристики устройств

Все устройства (элементы) имеют вход и выход (рис. 1.6). Сигнал, подаваемый на вход устройства, называется входным ($X_{вх}$). Сигнал на выходе устройства – выходной сигнал ($X_{вых}$). *Статической характеристикой устройства* называют зависимость выходного сигнала от входного в установившемся режиме. Математически эта зависимость выражается уравнением $X_{вых} = f(X_{вх})$.

По виду статической характеристики устройства разделяют на линейные, нелинейные, релейные. Устройство называется *линейным* (рис. 1.7, а), если его статическая характеристика представляет собой прямую (1), проходящую под некоторым углом к горизонтальной оси.

Устройство называется *нелинейным*, если его статическая характеристика нелинейна (2), т.е. существенно отличается от прямой линии.

Устройство называется *релейным (дискретным)*, если статическая характеристика изменяется скачком при определенном значении входного сигнала $X_{вх1}$. При этом величина выходного сигнала меняется от $X_{вых0}$ до $X_{вых1}$ (рис. 1.7, б).

Для линейного устройства статическая характеристика $X_{аио} = K\tilde{O}_{ао}$. Коэффициент K в этом случае является величиной постоянной и равен $K = \frac{\tilde{O}_{аио}}{\tilde{O}_{ао}} = \text{tg}\alpha$. Он называется *передаточным коэффи-*

циентом устройства и определяется как отношение выходного сигнала к соответствующей величине входного сигнала.

Для нелинейного устройства со статической характеристикой $X_{\text{вых}} = f(X_{\text{вх}})$ передаточный коэффициент $K = \frac{dx_{\text{а\ddot{u}}\delta}}{dx_{\text{а\ddot{o}}}}$ – величина переменная и зависящая от величины $X_{\text{вх}}$, при котором она определяется.

2. Первичные преобразователи (датчики)

2.1. Типы электрических датчиков

Электрические датчики относятся к наиболее важным элементам систем автоматики. С помощью датчиков контролируемая или регулируемая величина преобразуется в сигнал, в зависимости от изменения которого и протекает весь процесс регулирования. Наибольшее распространение в автоматике получили датчики с электрическим выходным сигналом. Объясняется это прежде всего удобством передачи электрического сигнала на расстояние, его обработки и возможностью преобразования электрической энергии в механическую работу. Кроме электрических распространение получили механические, гидравлические и пневматические датчики.

Входным сигналом датчиков могут быть самые различные физические величины: механическое перемещение, скорость, сила, температура, давление, расход, влажность и др. В зависимости от вида входного сигнала различают датчики перемещения, скорости, силы, температуры и др. Это электрические датчики неэлектрических величин. При автоматизации электросетей и электроустановок возникает необходимость в получении сигналов, соответствующих току, напряжению, мощности и другим электрическим величинам. Для этого используют датчики тока, напряжения, мощности и др. В них одна электрическая величина – входной сигнал – преобразуется в другую электрическую величину – выходной сигнал.

По характеру формирования электрического выходного сигнала электрические датчики делятся на *параметрические* (пассивные) и *генераторные* (активные). В параметрических датчиках изменение входного сигнала вызывает соответствующее изменение какого-либо параметра электрической цепи (активного сопротивления, индуктивности, емкости). Генераторные датчики являются источниками электрической энергии, зависящей от входного сигнала.

2.2. Датчики активного сопротивления (резистивные)

Датчики активного сопротивления преобразуют входную физическую величину (перемещение, усилие, давление) в изменение активного сопротивления на выходе. Основные виды: контактные, реостатные, угольные и тензометрические.

Контактные датчики

Контактные датчики в цепи преобразования выходной информации преобразуют входную величину в замкнутое или разомкнутое состояние. Статическая характеристика имеет релейный вид (см. рис. 1.7, б). Это – двухпозиционные датчики типа «0–1». Переход из состояния «разомкнуто (0)» в состояние «замкнуто (1)» при значении $X_{\text{вх}} = X_{\text{вх1}}$. Наиболее распространенные типы контактных датчиков представлены в табл. 2.1.

Реостатные (потенциометрические) датчики

Реостатные (потенциометрические) датчики преобразуют линейное (X) или угловое (α) перемещения в изменение активного (омического) сопротивления (r) датчика. Чувствительный элемент – переменный резистор (реохорд), включенный в электроцепь по схеме потенциометра. Статическая характеристика чувствительного элемента $z = f(x)$, датчика $U_{\text{вых}} = f(x)$. Основные виды реостатных датчиков представлены в табл. 2.2. Датчик (A) осуществляет цепочку преобразований: $x \rightarrow l \rightarrow r \rightarrow I_{\text{н}} \rightarrow U_{\text{вых}}$ (x – входная величина; l – перемещение движка реохорда; r – изменение сопротивления реохорда; $I_{\text{н}}$ – нагрузочный ток; $U_{\text{вых}}$ – выходное напряжение).

Тензометрические датчики

Тензометрические датчики служат для измерения деформаций и механических напряжений. Они могут также использоваться для измерения других механических величин (давления, вибрации, ускорения и др.), которые предварительно преобразуются в деформацию.

Работа тензодатчиков основана на изменении активного сопротивления материала при его механической деформации. В качестве материала тензодатчиков используются проводники (в виде проволоки, фольги или пленки) и полупроводники.

2.3. Пьезоэлектрические датчики

Работа пьезоэлектрического датчика основана на физическом явлении, которое называется *пьезоэлектрическим эффектом*. Этот эффект обнаруживается в некоторых кристаллах при их сжатии в определенном направлении появлением на гранях электрических зарядов разных знаков. Слово «пьезо» по-гречески означает «давление». В зависимости от значения силы сжатия (или растяжения) меняется количество зарядов, а, следовательно, и разность потенциалов, замеренная между гранями. Пьезоэлектрические датчики относятся к генераторному типу.

Появление зарядов на гранях в зависимости от сжатия называется *прямым пьезоэффектом*. Существует и *обратный пьезоэффект*: при подаче напряжения на грани кристалла изменяются его размеры (он сжимается или разжимается).

Обратный пьезоэффект нашел применение в ультразвуковых генераторах. А основанные на прямом пьезоэффекте пьезоэлектрические датчики используются в автоматике для измерения давлений, вибраций, ускорений, других параметров быстропротекающих процессов.

2.4. Емкостные (электростатические) датчики

Принцип действия: изменение емкости C конденсатора под воздействием преобразуемой физической величины. Например, емкость плоскопараллельного конденсатора (рис. 2.11)

$$C = \frac{\epsilon S}{\delta}, \quad (2.19)$$

где ϵ – абсолютная диэлектрическая проницаемость среды между пластинами; S – площадь пластин; δ – расстояние между пластинами.

Изменяя величины ϵ , S и δ , можно получить три типа датчиков.

Емкость преобразователя линейного перемещения x в изменение воздушного зазора δ (рис. 2.12)

$$C_x = \frac{\epsilon_0 S}{(\delta_0 \pm x)}, \quad (2.20)$$

где ϵ_0 – диэлектрическая проницаемость воздуха; δ_0 – начальный зазор.

Рис. 2.12. Датчик изменения воздушного зазора между пластинами

Характеристика имеет вид гиперболы.

Емкость преобразователя (рис. 2.13) перемещения x в изменение площади S_n перекрытия пластин (в результате их относительного смещения)

$$C_x = \frac{\epsilon_0 \alpha x}{\delta}, \quad (2.21)$$

где α – ширина пластины. Характеристика линейна.

Емкость преобразователя (рис. 2.14) перемещения x в изменение диэлектрической проницаемости ϵ_0 среды посредством введения между пластинами материала с диэлектрической проницаемостью ϵ_m

2.5. Терморезисторы

Терморезисторы относятся к параметрическим датчикам температуры, поскольку их активное сопротивление зависит от температуры. Терморезисторы называют также термометрами сопротивления или термосопротивлениями. Они применяются для измерения температуры в широком диапазоне от -270 до 1600 °С.

Если терморезистор нагревать проходящим через него электрическим током, то его температура будет зависеть от интенсивности теплообмена с окружающей средой. Так как интенсивность теплообмена зависит от физических свойств газовой или жидкой среды (например, от теплопроводности, плотности, вязкости), в которой находится терморезистор, от скорости перемещения терморезистора относительно газовой или жидкой среды, то терморезисторы используются и в приборах для измерения таких неэлектрических величин, как скорость, расход, плотность и др.

Различают *металлические* и *полупроводниковые* терморезисторы. Металлические терморезисторы изготавливают из чистых металлов: меди, платины, никеля, железа, реже из молибдена и вольфрама. Для большинства чистых металлов температурный коэффициент электрического сопротивления составляет примерно $(4,0 \dots 6,5) \cdot 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$, т.е. при увеличении температуры на 1 °С сопротивление металлического терморезистора увеличивается на $0,4 \dots 0,65$ %. Наибольшее распространение получили медные и платиновые терморезисторы. Хотя железные и никелевые терморезисторы имеют

примерно в полтора раза больший температурный коэффициент сопротивления, чем медные и платиновые, применяются они реже из-за того, что железо и никель сильно окисляются и меняют свои характеристики. Вообще добавление в металл незначительного количества примесей уменьшает температурный коэффициент сопротивления. Сплавы металлов и окисляющиеся металлы имеют низкую стабильность характеристик. Однако при измерении высоких температур приходится применять такие жаропрочные металлы, как вольфрам и молибден, хотя терморезисторы из них имеют характеристики, несколько отличающиеся в разных образцах.

2.6. Термоэлектрические датчики

Термоэлектрические датчики относятся к датчикам генераторного типа. Их работа основана на одном из термоэлектрических явлений – появлении *термоэлектродвижущей силы* (термоЭДС).

Сущность этого явления заключается в следующем. Если составить электрическую цепь из двух разнородных металлических проводников (или полупроводников), причем с одного конца проводники спаить, а место соединения (спай) нагреть, то в такой цепи возникает ЭДС, которая будет пропорциональна температуре места спая (точнее, разности температур места спая и свободных, неспаянных концов). Коэффициент пропорциональности зависит от материала проводников и в определенном интервале температуры остается постоянным. Цепь, составленная из двух разнородных материалов, называется термопарой; проводники, составляющие термопару, называются термоэлектродами; места соединения термоэлектродов – спаями. Спай, помещаемый в среду, температуру которой надо измерить, называется горячим или рабочим. Спай, относительно которого измеряется температура, называется холодным или свободным. Возникающая при различии температур горячего и холодного спаев ЭДС называется термоЭДС. По значению этой термоЭДС можно определить температуру.

2.7. Фотоэлектрические датчики

Фотоэлектрические датчики реагируют на изменение освещенности. Как правило, фотоэлектрический датчик состоит из источника и приемника светового потока (ПСП). Источником светового потока может быть сам объект измерения или специальный осветитель (например, в виде обычной лампы накаливания).

По световому потоку, исходящему от раскаленного или расплавленного металла, фотоэлектрический пирометр автоматически измеряет температуру. В данном случае источником светового потока является сам объект измерения (рис. 2.28, а).

Однако чаще используются лампы накаливания, создающие постоянный световой поток, а его изменение происходит под влиянием перемещения шторки (рис. 2.28, б), прохождения света через контролируемую среду (рис. 2.28, в), под влиянием свойств контролируемого объекта, от которого отражается световой поток (рис. 2.28, г). В соответствии с этими возможными вариантами изменения светового потока с помощью фотоэлектрических датчиков можно измерять перемещение и подсчитывать число предметов, определять уровень, прозрачность, задымленность, цвет различных материалов, оценивать качество обработанной поверхности (блеск, шероховатость, окраска). Фотоэлектрические датчики используют в оптико-электронных преобразователях различных величин.

2.8. Ультразвуковые датчики

Работа ультразвуковых датчиков основана на взаимодействии ультразвуковых колебаний с измеряемой средой. К ультразвуковым относят механические колебания, происходящие с частотой более 20000 Гц, т. е. выше верхнего предела звуковых колебаний, воспринимаемых человеческим ухом. Распространение ультразвуковых колебаний в твердых, жидких и газообразных средах зависит от свойств среды. Например, скорость распространения этих колебаний для разных газов находится в пределах от 200 до 1 300 м/с, для жидкостей – от 1 100 до 2 000, для твердых материалов – от 1 500 до 8 000 м/с. Очень сильно выражена зависимость скорости колебаний в газах от давления.

Коэффициенты отражения ультразвуковых волн на границе раздела разных сред различны, как и звукопоглощающие способности этих сред. Поэтому в ультразвуковых датчиках информация о различных неэлектрических величинах получается благодаря измерению параметров ультразвуковых колебаний: времени их распространения, затухания амплитуды, фазового сдвига этих колебаний.

Ультразвуковые методы измерения относятся к электрическим методам, поскольку возбуждение ультразвуковых колебаний и прием их выполняются электрическим способом. Обычно для этого употребляют пьезоэлементы и магнитострикционные преобразователи. Ранее были рассмотрены пьезоэлектрические датчики, преобразующие давление в электрический сигнал. Это прямой пьезоэф-

фekt. Он используется в приемниках ультразвукового излучения. Обратный пьезоэлектрический эффект заключается в сжатии и растяжении пьезокристалла, к которому приложено переменное напряжение. Для возбуждения ультразвуковых колебаний и применяется этот эффект. Таким образом, пьезоэлемент может использоваться попеременно то излучателем, то приемником ультразвуковых колебаний.

2.9. Электромагнитные датчики

Электромагнитные датчики являются преобразователями перемещений элементов (либо физических величин, предварительно преобразованных в перемещение) в изменение электромагнитных параметров датчика (индуктивность, взаимоиндуктивность и др.) и, в конечном счете, в электрический сигнал. Они разделяются на группы:

- индуктивные;
- трансформаторные;
- магнитоупругие;
- индукционные.

Индуктивные датчики преобразуют входную величину (линейное или угловое перемещение) в электрический сигнал за счет изменения индуктивности катушки с магнитопроводом. Индуктивность обмотки, размещенной на магнитопроводе с воздушным зазором δ , определяется по формуле

$$L = \frac{w^2}{R_\delta} = \frac{w^2 \mu_0 S}{\delta}, \quad (2.40)$$

где w – число витков обмотки; R_δ – магнитное сопротивление воздушного зазора δ ; μ_0 – магнитная проницаемость воздуха; S – сечение магнитопровода.

При этом пренебрегают магнитным сопротивлением стали и потоками рассеивания. Указанная зависимость может быть использована для построения индуктивных датчиков:

- с переменной величиной воздушного зазора δ ;
- с переменной площадью зазора S .

Основные типы датчиков приведены в табл. 2.8.

В одноконтурном (неревверсивном) датчике A изменение воздушного зазора δ при перемещении x якоря 1 относительно неподвижного магнитопровода 2 приводит к изменению индуктивности катушки 3 датчика и, следовательно, тока I и выходного напряжения $U_{\text{вых}}$. Статическая характеристика датчика: $U_{\text{вых}} = f(x)$. Цепочка преобразований в датчике:

$$x \rightarrow \delta \rightarrow R_\delta \rightarrow L \rightarrow x_L \rightarrow I \rightarrow U_{\text{вых}},$$

где x – входное перемещение; $x_L = \omega L$ – индуктивное сопротивление обмотки.

Статическая характеристика датчика:

$$U_{\text{вых}} = \frac{UR_n}{\sqrt{R^2 + (\mu_0 \omega w^2 S_\delta / 2\delta)^2}}; \quad (2.41)$$

где U – напряжение питания; R – активное сопротивление электрической цепи ($R = R_k + R_n$; R_k – сопротивление катушки; R_n – сопротивление нагрузки); ω – круговая частота питающего напряжения; R_δ – площадь поперечного сечения воздушного зазора.

Двухконтурные датчики B и B имеют две обмотки w_1 и w_2 , включаемые дифференциально, что обеспечивает реверсивность характеристик.

В датчике Γ при перемещении x ферромагнитного плунжера изменяется поперечное сечение воздушного зазора S и, следовательно, индуктивность катушки L и $U_{\text{вых}}$.

2.10. Электромашинные датчики

Электромагнитные датчики построены на базе электромашин, имеющих подвижный ротор и неподвижный статор. Основные представители: тахогенератор, сельсины, магнесины.

Тахогенераторы (ТГ) – электрические генераторы небольшой мощности, преобразующие скорость вращения валов механизмов в пропорциональный электрический сигнал. В обмотках якоря ТГ постоянного тока при его вращении наводится ЭДС

$$E_{\text{вых}} = U_b W_{\text{я}} n, \quad (2.44)$$

где U_b – напряжение обмотки возбуждения (ОВ); $W_{\text{я}}$ – число витков обмотки якоря (Я); n – число оборотов якоря (контролируемое).

Тахогенераторы выполняют электромагнитными (рис. 2.49) и магнитоэлектрическими (рис. 2.50). Из ТГ переменного тока наиболее распространены с полым ротором (рис. 2.51) Оси ста-

торных обмоток ОВ (возбуждения) и ОГ (генераторная) взаимно перпендикулярны. Пульсирующий поток Φ_v пересекает полярный ротор и трансформирует в нем ЭДС и соответственно поток Φ_y , направленный навстречу Φ_v . Разность этих потоков образует продольный поток, который при неподвижном роторе ($n = 0$) не наводит в ОГ ЭДС, т.к. не пересекает ее витки (рис. 2.51, а), при этом $U_{\text{вых}} = 0$. При вращении ротора в его стенках помимо ЭДС трансформации наводится ЭДС вращения, под действием которой по ротору протекают токи, контуры которых совпадают с осью потока Φ_v (рис. 2.51, б). Они создают поток Φ_y , направленный по поперечной оси ТГ. В обмотке ОГ наводится ЭДС $E_{\text{вых}} = Cn\Phi_y$, где C – постоянный коэффициент. Частота $E_{\text{вых}}$ равна частоте сети и не зависит от скорости вращения ротора.

3. Усилители

Усилитель – промежуточное устройство систем автоматики, предназначенное для усиления (иногда с одновременным преобразованием) сигнала в системе. В том случае, когда величина сигнала недостаточна для приведения в действие того или иного устройства системы (чаще всего, исполнительного устройства), возникает необходимость в его усилении. Осуществляется это за счет энергии дополнительного источника питания, т.е. усилителя – активного элемента автоматики. В зависимости от вида энергии источника питания различают *электрические, пневматические, гидравлические, механические* и другие усилители (наиболее распространены электрические).

По принципу действия электрические усилители делятся на две группы.

Усилители первой группы имеют в основе нелинейный усилительный элемент (электронная лампа, транзистор, управляемая индуктивность, управляемая емкость). Маломощный входной сигнал управляет здесь передачей большей энергии от источника питания в полезную нагрузку. В зависимости от типа усилительного элемента различают: *ламповые, транзисторные, магнитные, диэлектрические* усилители. Ламповые и транзисторные – это *электронные* усилители, которые основаны на электронных процессах в вакууме и полупроводнике.

Усилители второй группы преобразуют энергию питания, отличную от энергии выходного и управляющего сигналов. Наиболее типичен *электромашиный* усилитель, в котором механическая энергия привода преобразуется в электрическую энергию.

По характеру усиливаемых сигналов различают: *усилители непрерывных сигналов и импульсные усилители*.

По частоте усиливаемых сигналов: усилители *переменного тока и постоянного тока*.

По усиливаемым электрическим параметрам: *усилители тока, напряжения, мощности*.

3.1. Обратные связи в усилителях

Для улучшения или изменения в нужном направлении параметров и характеристик усилителя в его схему вводят обратные связи (ОС) – передачу энергии из выходной цепи во входную. Существует четыре основных способа реализации ОС. По зависимости сигнала ОС от выходного сигнала различают: ОС по напряжению (рис. 3.1, а и 3.2, а) – сигнал ОС ($U_{\text{ос}}$ или $I_{\text{ос}}$) пропорционален выходному напряжению $U_{\text{вых}}$; ОС по току (рис. 3.1, б и 3.2, б) – сигнал ОС пропорционален выходному току $I_{\text{вых}}$. По способу сложения сигнала ОС с входным сигналом: ОС со сложением напряжений $U_{\text{вх}}$ и $U_{\text{ос}}$ (рис. 3.1, а, б); ОС со сложением токов $I_{\text{вх}}$ и $I_{\text{ос}}$ (рис. 3.2, а, б). При сложении входного сигнала с сигналом ОС последняя называется положительной; при вычитании сигнала ОС из выходного сигнала ОС – отрицательной. При положительной ОС коэффициент усиления повышается, но нестабильность усилителя увеличивается, уровень шумов повышается. При отрицательной ОС коэффициент усиления уменьшается, но стабильность работы усилителя увеличивается, уровень шумов понижается.

3.2. Магнитные усилители

Магнитные усилители (МУ) основаны на использовании явления насыщения ферромагнитных тел в магнитном поле, т.е. нелинейности их характеристик намагничивания $B = f(H)$. Помимо усиления преобразуют сигнал постоянного тока в сигнал переменного тока. Простейший МУ (управляемый дроссель) имеет ферромагнитный сердечник (рис. 3.3) с двумя обмотками: управляющей W_y и рабочей W_p . Управляющий сигнал постоянного тока I_y подается на обмотку W_p . Цепь обмотки с со-

противлением нагрузки R_n запитана переменным напряжением U_p . Ток $I_p = \frac{U_p}{\sqrt{R^2 + x_p^2}}$, где R – полное активное сопротивление W_p ; x_p – индуктивное сопротивление W_p ; $x_p = \omega L_p$, где ω – угловая частота

та U_p ; L_p – индуктивность рабочей обмотки. Так как R , U_p , ω в процессе работы не меняются, то I_y может повлиять только на величину $L_p = \frac{W_p^2 S_c \mu}{l_c}$, где S_c – площадь поперечного сечения сердечника; l_c – средняя длина пути магнитного потока в сердечнике; μ – магнитная проницаемость материала сердечника.

3.3. Электромашинные усилители

Для управления сравнительно мощными, до нескольких десятков кВт, устройствами применяются *электромашинные усилители* (ЭМУ).

Электромашинный усилитель представляет собой генератор постоянного тока, вращающийся с постоянной скоростью от специального привода, внешнего источника энергии. Обычно таким приводом является трехфазный нерегулируемый асинхронный двигатель переменного тока. На обмотку возбуждения электромашинного усилителя подается усиливаемый сигнал, а выходным сигналом является напряжение, снимаемое с его щеток. Коэффициент усиления по мощности K_p , здесь, как и вообще в усилителях, равняется отношению выходной электрической мощности $P_{\text{вых}}$ к входной электрической мощности $P_{\text{вх}}$.

ЭМУ обладает достаточно большой *электромагнитной инерцией*, которая характеризуется постоянной времени T , эквивалентной электромагнитной цепи. Обычно в промышленных ЭМУ постоянная времени равняется 0,02...0,25 с.

Для сравнительной оценки качества различных ЭМУ необходимо сопоставлять как коэффициент усиления по мощности K_p , так и постоянную времени T . Отношение этих величин называется коэффициентом добротности ЭМУ.

4. Исполнительные устройства

Исполнительные устройства (ИУ) промышленных систем автоматизации представляют собой технические средства, предназначенные для формирования регулирующих воздействий $y(t)$ на входах объекта управления в соответствии с командной информацией $z(t)$, подаваемой на его вход от командных устройств (регулятора, ручного дистанционного задатчика, микроконтроллера и т.п.).

Основными блоками ИУ являются исполнительный механизм (ИМ) и регулирующий орган (РО), которые либо конструктивно объединяются в изделия, либо собираются из индивидуальных блоков. В некоторых случаях ИУ может состоять из одного блока, выполняющего функции исполнительного механизма (например, в электрических усилителях мощности).

4.1. Регулирующие органы

Регулирующие органы – это устанавливаемые на объекте заслонки, задвижки, клапаны, шиберы, краны, различные переключатели, имеющие самые разнообразные конструкции в зависимости от вида регулируемого технологического параметра. Наиболее распространенные РО – устройства, меняющие проходное отверстие (сечение) или сопротивление на пути следования вещества (энергии) в объектах.

Основные характеристики РО: перемещающее усилие F (усилие, которое прикладывается к подвижной части РО для его перемещения X); диапазон регулирования (величина перемещения РО из одного крайнего положения в другое); статическая (регулирующая) характеристика $X = f(F)$. Пример: меняя усилие F (рис. 4.3) на перемещающемся штоке 1 , изменяют с помощью резинового клапана 2 проходное сечение трубопровода 3 и, следовательно, расход Q .

Наиболее простой вид РО – регулирующие краны для управления расходом веществ в трубопроводах небольшого сечения.

4.2. Исполнительные механизмы

Исполнительные механизмы (ИМ) перемещают регулирующий орган (РО) в соответствии с сигналом от регулирующего устройства (РУ). Они предназначены для оказания управляющего воздействия на объект автоматизации. Принцип действия, устройство и характеристика ИМ определяются их назначением и видом используемой энергии. Общая классификация ИМ приведена на рис. 4.2.

Наиболее распространены *электрические ИМ*, отличающиеся компактностью, высокой нормализацией и стандартизацией элементов, простотой дистанционного управления и защиты, гибко-

стью, универсальностью и т.д. Использование их позволяет осуществить любую программу автоматического управления.

Недостатки: сравнительно сложное устройство и относительная трудность регулирования скорости.

Гидравлические ИМ имеют малую инерционность, позволяют простыми средствами осуществить передачу больших усилий и регулировать скорость перемещений рабочих органов.

Наиболее часто они применяются для возвратно-поступательных движений. Недостаток: сложность обеспечения герметичности системы.

К существенным преимуществам **пневматических ИМ** относится простота. Эти механизмы обычно не имеют отдельного силового агрегата, т.к. рассчитаны на подключение к магистрали централизованных компрессорных станций. Они развивают значительные усилия на РО. Пневматические и гидравлические ИМ незаменимы для работы в средах пожаро- и взрывоопасных.

5. Электромагнитные реле

5.1. Электромагнитные нейтральные реле

В системах автоматики одним из наиболее распространенных элементов является *реле* – устройство, в котором при плавном изменении входного (управляющего) сигнала осуществляется скачкообразное изменение (переключение) выходного сигнала.

В электромеханических реле изменение (переключение) выходного сигнала осуществляется посредством контактов, а усилие, перемещающее контакты, создается электромеханическим преобразователем электрической энергии в механическую. Простейшим из таких преобразователей является электромагнит, поэтому из электромеханических реле наибольшее распространение получили электромагнитные реле.

Пусть входной сигнал $x_{вх}$ изменяется во времени непрерывно (т.е. может принимать любые значения) от нуля до некоторого значения, а затем также непрерывно уменьшается, как показано на рис. 5.1, а. Сначала при малых значениях $x_{вх}$ выходной сигнал $x_{вых}$ равен нулю. Но когда входной сигнал увеличится до некоторого значения $x_{вх.ср}$, выходной сигнал скачком примет значение $x_{вых.ср}$ (рис. 5.1, б). При дальнейшем увеличении входного сигнала выходной сигнал не изменяется и остается равным $x_{вых.ср}$. При уменьшении сигнала $x_{вх}$ значение выходного сигнала не изменяется, но при достижении им значения $x_{вых.отп}$ выходной сигнал скачком уменьшается до нуля. При дальнейшем уменьшении входного сигнала нулевое значение выходного сигнала сохраняется. Зависимость выходного сигнала от входного показана на рис. 5.1, в.

5.2. Электромагнитные поляризованные реле

В автоматических системах часто требуется, чтобы элементы, в том числе и электромагнитные реле, реагировали не только на значение, но и на полярность тока на входе. Например, в системе автоматического регулирования температуры при температуре сверх требуемого значения (задания) должен включаться охладитель (например, вентилятор), а при температуре ниже требуемого значения – нагреватель. Следовательно, реле при одной полярности входного сигнала должно включать одну группу контактов, а при другой полярности – другую. Как известно из электротехники, при пропускании тока по катушке с сердечником создается магнитное поле и на находящиеся в этом поле стальные детали будет действовать сила притяжения. Направление тока или знак индукции магнитного поля не влияют на направление силы. Это всегда сила притяжения, а не отталкивания.

5.3. Типы специальных реле

К специальным электрическим реле других типов, в которых тяговое усилие, необходимое для переключения контактов, создается не с помощью электромагнита, относятся прежде всего реле, аналогичные по принципу действия электроизмерительным приборам различных систем: *магнито-электрической, электродинамической, индукционной*. В электроизмерительном приборе подвижная часть перемещает по шкале стрелку или какой-либо указатель, в специальных реле соответствующего типа – контакты.

Для получения значительных выдержек времени при замыкании и размыкании контактов используются специальные *реле времени* (некоторые из них имеют в основе электромагнитный механизм), но с добавлением различных устройств, обеспечивающих задержку срабатывания или отпущения.

Для автоматизации процессов нагрева и охлаждения применяются *электротермические реле*, в которых переключение электрических контактов обеспечивается температурной деформацией металлов или температурным расширением жидкостей и газов.

В системах автоматической защиты оборудования от аварийных режимов используются специальные реле, срабатывающие при определенном значении тока, напряжения, скорости, момента, давления и других параметров.

5.4. Контакторы и магнитные пускатели

Наиболее распространенным потребителем электрической энергии является электродвигатель. Примерно $\frac{2}{3}$ всей вырабатываемой в стране электроэнергии потребляется электродвигателями. Основным коммутационным аппаратом, осуществляющим подключение электродвигателя к питающей сети, является *контактор*. Электромагнитный контактор представляет собой выключатель, приводимый в действие с помощью электромагнита. По сути дела, это мощное электромагнитное реле, контактный узел которого способен замыкать и размыкать силовые цепи с токами в десятки и сотни ампер при напряжениях в сотни вольт. При таких электрических нагрузках необходимо принятие специальных мер по гашению дуги. Поэтому по сравнению с обычными электромагнитными реле электромагнитные контакторы имеют дугогасительные устройства и более мощные электромагнит и контактные узлы. Кроме силовых (мощных) контактов, имеются и блокировочные контакты, используемые в цепях управления для целей автоматики. Различают контакторы постоянного и переменного тока. Для автоматического пуска, остановки и реверса электродвигателей применяют *магнитные пускатели*. Они представляют собой комплектные электрические аппараты, включающие в себя электромагнитные контакторы, кнопки управления, реле защиты и блокировки.

Контакторы и магнитные пускатели используются для включения и других мощных потребителей электроэнергии: осветительных и нагревательных установок, преобразовательного и технологического электрического оборудования.

6. Пневматические элементы и устройства автоматики

6.1. Элементы пневмоавтоматики

Пневмосопротивления (дроссели) предназначены для создания сопротивления течению воздуха (дросселирования потока). Назначение их в системах пневмоавтоматики то же, что и у электрических сопротивлений в электрических схемах.

По характеру течения газов пневмосопротивления делятся на турбулентные и ламинарные.

По виду расходной характеристики различают линейные и нелинейные пневмосопротивления.

По функциональному назначению их подразделяют на постоянные, переменные и управляемые.

Турбулентные сопротивления представляют собой канал цилиндрической формы с малым отношением длины к диаметру. Эффект дресселирования вызывается местными сопротивлениями на входе и потерей энергии на выходе. Процесс течения газа адиабатический. Сопротивления могут работать в докритическом и надкритическом режиме истечения газа.

Конструкция турбулентных сопротивлений показана на рис. 6.1.

Ламинарные сопротивления изготавливаются в виде капилляров, т.е. трубок малого сечения с большим отношением длины к диаметру. Потери давления обусловлены наличием трения в канале. Ламинарные сопротивления работают в докритическом режиме истечения. Конструкция ламинарных сопротивлений показана на рис. 6.2.

Преобразователь «сопло-заслонка»

При создании любой функционально полной системы элементов (электронной, гидравлической, пневматической) необходимо иметь элемент, осуществляющий усиление сигналов.

Принцип, положенный в основу создания таких устройств из элементов пневмоавтоматики, состоит в изменении сопротивления усилителя при помощи сигналов, меньших по давлению и мощности по сравнению с выходными сигналами. Наибольшее распространение получили усилители с преобразователями типа «сопло-заслонка».

Преобразователь типа «сопло-заслонка» (рис. 6.3) осуществляет преобразование механического перемещения в пневматический сигнал. Он состоит из дросселя постоянной проводимости D_1 , дросселя переменной проводимости $Z > 2$, содержащего сопло 1, заслонку 2 и пневмоемкость 3, включенную между дросселями.

6.2. Пневмоусилители

Пневмоусилители по принципу действия подразделяются на дроссельные и струйные.

К дроссельным усилителям в первую очередь следует отнести золотниковые усилители. *Золотниковым усилителем* является специальное прецизионное механическое устройство, которое состоит из гильзы с дросселирующими окнами и перемещающегося внутри нее плунжера. Оно предназначается для распределения по рабочим трубопроводам давления и расхода рабочей среды (масла или воздуха), поступающей по напорному трубопроводу. Золотники бывают плоские и цилиндрические. Наиболее часто применяются цилиндрические золотники.

6.3. Комбинированные преобразователи

Комбинированные преобразователи служат для преобразования электрического сигнала в пневмосигнал (*электронепневматические преобразователи* – ЭПП) и пневмосигнала в электрический сигнал (*пневмоэлектрические преобразователи* – ПЭП). По виду сигналов различают аналоговые и дискретные ЭПП и ПЭП.

Схема ЭПП обычно включает два преобразователя (рис. 6.8): электромеханический (ЭМП) и механо-пневматический (МПП).

6.4. Пневматические исполнительные механизмы

Пневматические исполнительные механизмы (ПИМ) – это силовые устройства поршневого и мембранного типа. Они просты по конструкции, надежны и обеспечивают значительные выходные усилия; намного легче и дешевле электрических. Выполняются одностороннего и двустороннего действия.

На рис. 6.13, а представлена схема ПИМ одностороннего действия, управляемого с помощью золотника 1 или усилителя «сопло – заслонка» 2. При влиянии на управляющее устройство командным воздействием X (например, от регулирующего устройства) питающее давление P_{II} поступает в рабочую полость поршневой камеры 3, создавая там давление P_1 . Поршень перемещается (выходное перемещение – Y) вправо, сжимая пружину, и воздействует с определенной силой на управляемый рабочий орган. Эта сила зависит от воспринимающей площади поршня.

7. Автоматические регуляторы

7.1. Классификация автоматических регуляторов

Совокупность устройств, подключаемых к объекту регулирования для автоматического поддержания (стабилизации) его параметров на заданном уровне, называется автоматическим регулятором (АР). Это частный случай программных регуляторов (систем автоматического управления), которые изменяют регулируемые параметры объекта по программе, задаваемой специальными устройствами (программаторами) или ЭВМ.

В общем случае структурная схема АР (рис. 8.1) состоит:

- из задающего устройства **ЗУ** (задает требуемое значение φ_0 регулируемого параметра y);
- датчика **Д** (дает информацию о действительном значении регулируемого параметра);
- сравнивающего устройства **УС** (формирует сигнал $\Delta\varphi$, пропорциональный отклонению регулируемого параметра от заданного значения, $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0$);
- регулирующего устройства **РУ** (преобразует и усиливает по мощности сигнал $\Delta\varphi$);
- исполнительного устройства **ИУ** (вырабатывает регулирующее воздействие X на объект регулирования);
- объекта регулирования **ОР**, подверженного воздействию возмущений Z .

7.2. Автоматические регуляторы непрерывного действия

В зависимости от реализуемого закона регулирования АР непрерывного действия подразделяются: на интегральные (И-регуляторы), пропорциональные (П-регуляторы), пропорционально-интегральные (изодромные, ПИ-регуляторы), пропорционально-дифференциальные (ПД-регуляторы), пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД-регуляторы).

И-регуляторы: характеризуются тем, что при отклонении регулируемого параметра (Δy) от заданного значения РО перемещается до тех пор, пока регулируемый параметр не вернется к заданному значению. Скорость перемещения РО пропорциональна отклонению регулируемого параметра

$$\Delta y: \frac{dx}{dt} = \frac{\Delta y}{T_i} \quad \text{и} \quad x = \frac{1}{T_e} \int_0^T \Delta y dt, \quad (8.1)$$

где T_n – коэффициент пропорциональности регулятора (время перемещения РО из одного крайнего положения в другое при максимальном Δy); T_n – параметр настройки регулятора.

7.3. Автоматические регуляторы дискретного действия

Автоматические регуляторы дискретного действия подразделяются на релейные позиционные (Р-регуляторы), импульсные и цифровые. В таких регуляторах РО (или исполнительный механизм) перемещается через определенные моменты времени.

В **Р-регуляторах** РО изменяет свое положение («открыто» – «закрыто») при достижении регулируемым параметром некоторых пороговых значений, т.е. занимает строго определенные положения (позиции). Бывают двух-, трех- или многопозиционными. Закон регулирования двухпозиционного Р-регулятора (рис. 7.6)

8. Программируемые контроллеры

8.1. Классификация ПЛК как основных компонентов программно-технических комплексов

Все универсальные микропроцессорные ПЛК, составляющие основу программно-технических комплексов (ПТК), подразделяются на классы, каждый из которых рассчитан на определенный набор выполняемых функций и соответствующий объем получаемой и обрабатываемой информации об объекте управления.

Контроллеры на базе персональных компьютеров

В последнее время нашли широкое применение контроллеры на базе персональных компьютеров (ПК), что объясняется, в первую очередь, следующими причинами:

- повышением надежности ПК, особенно в промышленном исполнении;
- использованием открытой архитектуры (например, IBM-совместимых ПК);
- легкостью подключения любых блоков ввода/вывода (модулей УСО);
- возможностью использования широкой номенклатуры наработанного программного обеспечения (операционных систем реального времени, баз данных, пакетов прикладных программ контроля и управления).

Контроллеры на базе ПК, как правило, используются для управления небольшими замкнутыми объектами в промышленности, в специализированных системах автоматизации в медицине, научных лабораториях, средствах коммуникации. *Общее число входов / выходов такого контроллера обычно не более нескольких десятков*, а набор функций предусматривает сложную обработку информации. Контроллеры на базе ПК отличаются следующими достоинствами:

- выполняется большой объем вычислений за достаточно короткий интервал времени при малом количестве входов и выходов объекта управления;
- средства автоматизации действуют в окружающей среде, не слишком отличающейся от условий работы офисных персональных компьютеров;
- реализуемые контроллером функции целесообразно (в силу их нестандартности) программировать на языках высокого уровня, типа C++, Pascal и др.;
- практически не требуется мощная аппаратная поддержка работы в критических условиях, которая обеспечивается обычными контроллерами (диагностика работы, резервирование, устранение неисправностей без остановки работы ПЛК).

8.2. Функционально-конструктивная схема модульного ПЛК

По конструктивному исполнению серийно выпускаемые контроллеры делятся на *моноблочные* (в которых в едином конструктиве размещены все его основные части: центральный процессор, память, устройства ввода/вывода, пульт управления и программирования, блок питания и пр.) и *модульные*, получившие наибольшее распространение.

Функционально-конструктивную схему модульного ПЛК рассмотрим на примере контроллера SIMATIC S7-300 фирмы Siemens (рис. 8.1).

8.3. Архитектура и общая организация модульного ПЛК

Модули ПЛК объединены внутренней шиной, по которой передается вся информация между ними. В минимальной конфигурации ПЛК обязательно имеет ЦМ и хотя бы один из ОПМ для связи с ОУ. Для ввода и редактирования управляющей программы, параметрирования и тестирования системы используется программатор, который может быть временно подключен к ЦМ.

Система ввода-вывода ПЛК может включать в свой состав две части. Система локального ввода-вывода образуется ОПМ, установленными непосредственно в монтажные стойки контроллера, и предназначена для получения входных сигналов с дискретных (ДД) и аналоговых датчиков (АД) и выдачи управляющих воздействий на дискретные (ДИМ) и аналоговые исполнительные механизмы (АИМ). Система распределенного ввода-вывода предназначена для управления удаленным ОУ и включает в свой состав модули децентрализованной периферии (МДП) и приборы полевого уровня (Д и ИМ), подключаемые к контроллеру через промышленную сеть и специальный МП.

8.4. Понятие цикла работы ПЛК

Возможность обработки информации в реальном масштабе времени и, как следствие, управление быстродействующим технологическим оборудованием обусловлены циклическим характером работы центрального модуля ПЛК, сущность которого состоит в периодическом повторении нескольких стандартных действий (фаз работы). Упрощенно этот процесс можно представить в виде работы механического командоаппарата (рис. 9.5), на образующих вращающегося программного барабана которого записаны команды (КОП и АО). Счетчик команд (СК) последовательно опрашивает эти команды и передает их в РК и АР центрального модуля контроллера, где они также последовательно выполняются.

Существуют несколько типовых циклов работы ЦМ ПЛК:

- элементарный (рис. 9.5) состоит из трех фаз (опрос входов, выполнение программы, выдача сигналов управления);
- сгруппированных входов с выдачей выходных сигналов после выполнения каждой команды программы;
- распределенный (асинхронный или синхронный).

8.5. Центральная память ПЛК

Особенностью центральной памяти всех ПЛК является то, что она *специализирована*, т.е. разделена на особые зоны (рис. 8.4), используемые для хранения конкретных типов информации, например данных (входов X , выходов Y , внутренней текущей информации Z) и программ (системных и прикладных).

Очень часто, особенно в простых микроконтроллерах (типа SIMATIC S7-200), их центральная память бывает организована в виде *стековой памяти*.

Стек – это организованный массив информации в сочетании с определенным порядком его загрузки и выгрузки. Стеки бывают двух видов (рис. 8.6): двусторонние (по типу транспортной ленты) и односторонние (по типу магазина, в которых чтение/запись информации производится через вершину стека).

8.6. Модули ввода/вывода ПЛК

Модули ввода/вывода ($M_{вв}/M_{выв}$) – это специальные электронные блоки (платы), предназначенные для связи ЦМ с элементами объекта управления (датчиками и исполнительными механизмами). Их подключение к ЦМ ПЛК может быть организовано тремя способами:

- непосредственно параллельно на внутреннюю шину контроллера с использованием шинных соединителей (рис. 9.1);
- параллельно на внутреннюю шину с помощью модулей подключения и дополнительных профильных реек (на расстоянии до 10 м от ЦМ);
- последовательно с использованием промышленных сетей и устройств связи с удаленными (до сотен и тысяч метров) объектами (рис. 9.2).

При подборе $M_{вв}/M_{выв}$ необходимо учитывать следующие особенности:

1. Адресация конкретных клемм модулей может быть привязана либо к самим модулям, либо к их посадочным местам конструктива ПЛК (гнездам, разъемам).
2. Соотношение количества входов и выходов может быть либо свободно распределяемое пользователем, либо принудительное (как правило, 50 на 50).

3. Коммутация сигнальных проводов может быть выполнена либо на самом модуле, либо с использованием специальных клеммных блоков (что более удобно при ремонте и замене блоков).

4. Модули выпускают в различном исполнении: входные, выходные или комбинированные (ввода/вывода), дискретные (логические), аналоговые и специальные, в обычном или безопасном исполнении, и пр.

В качестве примера на рис. 9.8 показан возможный вариант модуля ввода/вывода логических сигналов для 8-разрядного микроконтроллера. Ввод/вывод осуществляется через порт, представляющий собой 8-разрядный регистр, который адресуется по шине адреса.

8.7. Устройства программирования ПЛК и программно-математическое обеспечение

Программаторы – это устройства, предназначенные для ввода управляющих программ, их редактирования и отладки, параметрирования системы (установка счётчиков, таймеров) и тестирования контроллеров и управляемого ими технологического оборудования. Классификация программаторов представлена на рис. 8.10.

Программно-математическое обеспечение (ПМО) ПЛК, как правило, подразделяется на составные части (рис. 8.11).

9. Средства промышленных сетей

9.1. AS-интерфейс

AS-интерфейс (Actuators/Sensors interface) – интерфейс исполнительных устройств и датчиков, является открытой промышленной сетью нижнего уровня систем автоматизации, которая предназначена для организации связи с исполнительными устройствами и датчиками.

AS-интерфейс позволяет подключать датчики и исполнительные механизмы к системе управления на основе построения сети с использованием одного двухжильного кабеля, с помощью которого обеспечивается как питание всех сетевых устройств, так и опрос датчиков и выдача команд на исполнительные механизмы.

На рис. 9.2 на примере древовидной структуры показано, как различные компоненты AS-интерфейса могут быть соединены между собой:

- ведущее устройство (ПЛК SIMATIC);
- ведомые устройства (модули AS-интерфейса для подключения стандартных периферийных устройств и механизмов; датчики/исполнительные механизмы со встроенным AS-интерфейсом);
- ответвители и повторители AS-интерфейса;
- кабель AS-интерфейса;
- блок питания AS-интерфейса;
- прибор для задания адресов;
- программа SCOPE для AS-интерфейса.

9.2. Profibus

В области промышленной связи часто возникают задачи, которые могут быть по-разному решены. В одном случае необходим обмен сложными, длинными сообщениями со средней скоростью. В другом – быстрый обмен короткими сообщениями с использованием упрощенного протокола обмена, например, с датчиками или исполнительными механизмами. В третьем – работа во взрыво- и пожароопасных условиях производства.

PROFIBUS – это семейство промышленных сетей, обеспечивающее комплексное решение коммуникационных проблем предприятия. Под этим общим названием понимается совокупность трех различных, но совместимых протоколов: PROFIBUS-FMS/DP/PA.

Протокол PROFIBUS-FMS появился первым и был предназначен для работы на так называемом цеховом уровне. Основное его назначение – передача больших объемов данных.

Протокол PROFIBUS-DP (рис. 9.3) применяется для высокоскоростного обмена данными между ПЛК и распределенными УСО. Физическая среда передачи – экранированная витая пара стандарта RS-485. Скорость обмена прямо зависит от длины сети и варьируется от 100 кбит/с на расстоянии 1 200 м до 12 Мбит/с на дистанции до 100 м. Взаимодействие узлов в сети определяется моделью «Master-Slave» (ведущий – ведомый). Master последовательно опрашивает подключенные узлы и выдает управляющие команды в соответствии с заложенной в него технологической программой. Протокол обмена данными гарантирует определенное время цикла опроса в зависимости от скорости обмена и числа узлов сети, что позволяет применять PROFIBUS в системах реального времени.

9.3. Ethernet

На уровне управления производством сети Ethernet уже давно завоевали себе прочное лидирующее место. Решения на базе Ethernet практически вытеснили все остальные из офисных распределенных приложений, и сегодня Ethernet является основным средством обмена в локальных сетях.

В последнее время все больше говорят об архитектуре Ethernet промышленного применения – Industrial Ethernet, поддерживаемой рядом ведущих производителей оборудования автоматизации.

Будучи универсальным средством организации коммуникационных интерфейсов в системах автоматизации, Industrial Ethernet предлагает широкие возможности реализации различных топологий с разнообразными подключаемыми устройствами при невысокой стоимости в расчете на устройство, хорошо интегрируется с технологией Internet со всеми ее достоинствами, включая высокую масштабируемость и возможности удаленного управления.

Использование Ethernet как физической среды передачи данных приводит к применению хорошо адресуемых логических протоколов. Уже сейчас большинство устройств поддерживают протокол TCP/IP. Это позволяет легко интегрировать локальные системы управления технологическими процессами в сети любого масштаба, включая глобальную сеть Internet.

9.4. HART-протокол

Термин «интеллектуальные» был введен для тех первичных устройств, внутри которых содержится микропроцессор. Обычно это добавляет новые функциональные возможности, которых не было в аналогичных устройствах без микропроцессора. Например, интеллектуальный датчик может давать более точные показания благодаря применению числовых вычислений для компенсации нелинейности чувствительного элемента или температурной зависимости. Интеллектуальный датчик имеет возможность работать с большим количеством разных типов чувствительных элементов, а также составлять одно или несколько измерений в одно новое измерение (например, объемный расход и температуру в весовой расход). И наконец, интеллектуальный датчик позволяет производить настройку на другой диапазон измерений или полуавтоматическую калибровку, а также осуществлять функции внутренней самодиагностики, что упрощает техническое обслуживание.

Наряду с усовершенствованием работы устройств, дополнительные функциональные возможности могут сократить объем обработки сигналов системой управления и приводят к тому, что набор разных приборов заменяют приборами одной модели, что дает преимущество при изготовлении и инвестициях.

9.5. CAN-протокол

Промышленная сеть реального времени CAN представляет собой сеть с общей средой передачи данных (рис. 9.20). Это означает, что все узлы сети одновременно принимают сигналы, передаваемые по шине. Невозможно послать сообщение какому-либо конкретному узлу. Все узлы сети принимают весь трафик, передаваемый по шине. Однако CAN-контроллеры предоставляют аппаратную возможность фильтрации CAN-сообщений.

Каждый узел состоит из двух составляющих. Это собственно CAN-контроллер, который обеспечивает взаимодействие с сетью и реализует протокол, и микропроцессор (CPU).

CAN-контроллеры соединяются с помощью дифференциальной шины, которая имеет две линии – CAN_H (can-high) и CAN_L (can-low), по которым передаются сигналы. Логический ноль регистрируется, когда на линии CAN_H сигнал выше, чем на линии CAN_L. Логическая единица – в случае когда сигналы CAN_H и CAN_L одинаковы (отличаются менее чем на 0,5 В).

10. Интерфейсы систем автоматизации и управления

10.1. Интерфейсы. Основные понятия и определения

Создание современных средств вычислительной техники связано с задачей объединения в общий комплекс различных блоков ЭВМ, устройств хранения и отображения информации, измерительных приборов, устройств для связи с объектом (УСО), аппаратуры передачи данных и непосредственно ЭВМ. Эта задача возлагается на унифицированные системы сопряжения – интерфейсы.

Термин «интерфейс» обычно трактуется как синоним слова «сопряжения» и понимается как совокупность схмотехнических средств, осуществляющих непосредственное взаимодействие составных элементов устройства, системы.

Нередко это определение используется для обозначения составных компонентов интерфейса. В одних случаях под интерфейсом понимают программные средства, обеспечивающие взаимодействие программ операционной системы, в других – устройства сопряжения, дающие возможность взаимосвязывать составные функциональные блоки или устройства системы. Для акцентирования внимания на комплексном характере интерфейса применяются термины «интерфейсная система», «программный интерфейс», «физический интерфейс», «аппаратный интерфейс» и т.п.

10.2. Классификация интерфейсов

В настоящее время не существует достаточно полной объективной классификации интерфейсов. Имеющиеся классификации основываются, как правило, на одном классификационном признаке или же строятся для одного класса интерфейсов. Определенным обобщением является стандарт на классификационные признаки интерфейсов (ГОСТ 26.016-81), включающий четыре признака:

1. Способ соединения компонентов системы (магистральный, радиальный, цепочечный, смешанный).

При магистральном способе имеются коллективные шины, к которым подключены все устройства системы. Характерно, что сигналы шины доступны всем устройствам, но в каждый момент времени только два устройства могут обмениваться данными (1:1). Возможны также широко-вещательные операции (1:M).

В системе с радиальной структурой имеется центральное устройство (контроллер или концентратор), связанное с каждым из абонентов индивидуальной группой однонаправленных линий.

При цепочечной структуре каждое устройство связано не более чем с двумя другими. Частным случаем цепочечной структуры является кольцевая.

2. Способ передачи информации (параллельный, последовательный, параллельно-последовательный).

3. Принцип обмена информацией (асинхронный, синхронный).

4. Режим обмена информацией (симплексный, полудуплексный, дуплексный и мультиплексный режим обмена).

10.3. Структурная организация интерфейсов

Составными физическими элементами связей интерфейса являются электрические цепи, называемые *линиями интерфейса*. Различают одно- и двунаправленные линии. Если на линии работает только один передатчик, она считается однонаправленной, в этом случае используется традиционное схемотехническое решение приемопередающих узлов – один источник сигнала подключен к нескольким приемникам. При двунаправленных линиях количество передающих устройств на линии больше одного, и это требует применения в передающих устройствах специальных решений – выходных каскады с высокоимпедансным состоянием («третье» состояние), с открытым коллектором, с открытым стоком. При этом средства управления интерфейсом должны «регулировать» активность передающих устройств таким образом, чтобы в каждый момент времени передачу вело только одно устройство.

Часть линий, сгруппированных по функциональному назначению, называется *шиной*, а вся совокупность линий – *магистралью*. В системе шин интерфейсов условно можно выделить две магистрали: информационного канала и управления информационным каналом.

10.4. Последовательный интерфейс RS-232C

Последовательный интерфейс для передачи данных использует одну сигнальную линию, по которой информационные биты передаются друг за другом последовательно. В ряде последовательных интерфейсов применяется гальваническая развязка внешних сигналов от схемной земли устройства, что позволяет соединять устройства, находящиеся под разными потенциалами.

Последовательная передача данных может осуществляться в асинхронном или синхронном режимах. При *асинхронной* передаче каждому байту предшествует *старт-бит*, сигнализирующий приемнику о начале посылки, за которым следуют *биты данных* и, возможно, *бит паритета* (четности). Завершает посылку *стоп-бит*, гарантирующий паузу между посылками (рис. 10.2).

Старт-бит следующего байта посылается в любой момент после стоп-бита, то есть между передачами возможны паузы произвольной длительности. Старт-бит, имеющий всегда строго определенное значение (логический 0), обеспечивает простой механизм синхронизации приемника по сигналу от передатчика. Подразумевается, что приемник и передатчик работают на одной скорости обмена.

10.5. Последовательный интерфейс RS-485

Несмотря на распространенность, протокол RS-232 имеет несколько существенных недостатков:

- необходимость трехпроводной линии;
- длина соединяющих проводов не может превышать 10–15 метров;
- к одному порту компьютера может быть подключен только один абонент.

Избавиться от этих недостатков помогает специальный интерфейс RS-485, для реализации которого достаточно двухпроводной линии, длина кабеля может достигать 1 км (для низких скоростей передачи до 3 км), а количество подключаемых к одному порту устройств ограничено 32 абонентами.

Интерфейс RS-485 (другое название – EIA/TIA-485) – один из наиболее распространенных стандартов физического уровня связи. Физический уровень – это канал связи и способ передачи сигнала

(1 уровень модели взаимосвязи открытых систем OSI).

Сеть, построенная на интерфейсе RS-485, представляет собой приемопередатчики, соединенные при помощи витой пары – двух скрученных проводов. В основе интерфейса RS-485 лежит принцип дифференциальной (балансной) передачи данных (см. рис. 10.5). Суть его заключается в передаче одного сигнала по двум проводам. Причем по одному проводу (условно А) идет оригинальный сигнал, а по другому (условно В) – его инверсная копия. Другими словами, если на одном проводе "1", то на другом "0", и наоборот. Таким образом, между двумя проводами витой пары всегда есть разность потенциалов: при "1" она положительна, при "0" – отрицательна.

10.6. Параллельный интерфейс

Параллельный интерфейс позволяет устройству функционировать в качестве периферии CPU или микроконтроллера. Тип интерфейса и его режим адресации (мультиплексорный или немультимплексорный) определяются с помощью входных контактов MODE0 и MODE1.

Немультимплексорный режим. Немультимплексорный режим использует управляющие выходы CS, RD, WR адресного вывода A0 и двунаправленных шин данных D7-0, как показано на рис. 10.8. Этот режим выбирается присоединением обоих выводов MODE1 и MODE0 к «земле».

4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в ин- терактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1, 2.	Изучение датчиков технологической информации	4	
2	8.	Изучение пультового оборудования	3	Работа в малых группах (1 час.)
3	8, 10.	Изучение интеллектуального реле OMRON ZEN-10C1DR-D	3	Разбор конкретных ситуаций (2 час.)
4	8, 9, 10.	Изучение и программирование промышленного логического контроллера OMRON SYSMAC CPM2A	3	Работа в малых группах (2 час.)
5	8, 9, 10.	Средства автоматизации и управления (САУ–лифт)	4	Работа в малых группах (2 час.)
Итого			17	7

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	8.	Изучение и программирование интеллектуального реле OMRON ZEN-10C1DR-D. Событийно – управляемая логика	3	Работа в малых группах (2 час.)
2	8.	Изучение и программирование интеллектуального реле OMRON ZEN-10C1DR-D. Метод временных диаграмм	3	Работа в малых группах (2 час.)
3	8.	Изучение и программирование логического контроллера OMRON SYSMAC CPM2A. Событийно–управляемая логика	4	разбор конкретных ситуаций (2 час.)
4	8.	Изучение и программирование логического контроллера OMRON SYSMAC CPM2A. Метод временных диаграмм	4	Работа в малых группах (1 час.)
5	8.	Изучение и программирование сенсорного монитора OMRON NT21	3	–
Итого			17	7

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект

Выбор технических средств автоматизации для управления технологическим процессом

Цель:

Целью курсового проекта по дисциплине “Технические средства автоматизации” является формирование у обучающихся практических навыков инженерного решения реальных производственных задач прикладного инженерно–технического и научно–исследовательского характера

В процессе выполнения курсового проекта обучающиеся должны закрепить полученные в лекционном курсе теоретические знания по основам автоматизации.

Структура:

Введение

1. Описание технологической части.
2. Выбор технических средств, применяемых для автоматизации данного технологического процесса. Расчет схем или устройств (при необходимости).

2.1. Выбор датчиков.

2.2. Выбор автоматического регулятора.

2.3. Выбор исполнительного механизма.

Вывод.

Список используемой литературы.

Основная тематика:

Тема курсового проекта, объем и исходные данные согласуются с руководителем. Курсовой проект может быть посвящен обоснованию выбора технических средств системы автоматического контроля и регулирования конкретного технологического процесса на основе использования современных средств вычислительной техники и описанию принципа работы используемых технических средств, разработке схем управления и сигнализации, разработке алгоритмов и программ для микропроцессорных систем.

Исходными данными для выполнения курсового проекта могут быть материалы производственной практики, научно–исследовательской работы студентов, техническая документация проектных институтов, предприятий и т. п.

Рекомендуемый объем: 40 стр.

Выдача задания на курсовое проектирование (КП), приём КП и защита КП проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки защита курсового проекта
отлично	Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> – всестороннее систематическое знание программного материала; – правильное выполнение курсового проекта, направленного на применение программного материала; – правильное применение основных положений программного материала.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> – недостаточно полное знание программного материала; – выполнение с несущественными ошибками курсового проекта, направленного на применение программного материала; – применение с несущественными ошибками основных положений программного материала.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> – частичное знание программного материала; – частичное выполнение курсового проекта, направленного на применение программного материала; – частичное применение основных положений программного материала.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> – существенные пробелы в знании программного материала; – принципиальные ошибки при выполнении курсового проекта, направленного на применение программного материала; – невозможность применения основных положений программного материала.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Компетенции</i> <i>№, наименование</i> <i>разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во</i> <i>часов</i>	<i>Компетенции</i>					<i>Σ</i> <i>комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид</i> <i>учебных занятий</i>	<i>Оценка</i> <i>результатов</i>
		<i>ОК-7</i>	<i>ОПК-4</i>	<i>ПК-1</i>	<i>ПК-6</i>	<i>ПК-7</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Общие сведения о технических средствах автоматизации	9	+	-	-	-	-	1	9	ЛК, ЛР, КП, СР	Экзамен
2. Первичные преобразователи (датчики)	24,5	+	-	-	-	-	1	24,5	Лк, ЛР, КП, СР	Экзамен
3. Усилители	4,5	-	+	-	-	-	1	4,5	Лк, КП, СР	Экзамен
4. Исполнительные устройства	6	-	+	-	-	-	1	6	Лк, КП, СР	Экзамен
5. Электромагнитные реле	6	-	-	+	-	-	1	6	Лк, СР	Экзамен
6. Пневматические элементы и устройства автоматики	9	-	-	+	-	-	1	9	Лк, СР	Экзамен
7. Автоматические регуляторы	4,5	-	-	-	+	-	1	4,5	Лк, КП, СР	Экзамен
8. Программируемые контроллеры	37,5	-	-	-	+	-	1	37,5	Лк, ЛР, ПЗ, КП, СР	Экзамен
9. Средства промышленных сетей	15	-	-	-	-	+	1	15	Лк, ЛР, КП, СР	Экзамен
10. Интерфейсы систем автоматизации и управления	10	-	-	-	-	+	1	10	Лк, ЛР, СР	Экзамен
<i>Всего часов</i>	180	33,5	10,5	15	42	25	5	36		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1 Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва : МГИУ, 2009. - 185 с.

3. Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ЛР, ПЗ, КП)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.	Лк, ЛР, ПЗ	99	1
2.	Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва: МГИУ, 2009. - 185 с	Лк, ЛР, ПЗ	30	1
Дополнительная литература				
3.	Толубаев В.Н. Технические средства автоматизации и управления: методические указания к выполнению лабораторных работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 105 с.	ЛР, ПЗ	25	1
4	Толубаев В.Н. Средства автоматизации и управления (САУ - лифт): лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 76 с.	ЛР, ПЗ	50	1
5	Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.	ПЗ, ЛР	25	1
6	Толубаев, В. Н. Технические средства автоматизации : метод. указания к курсовому проектированию для студ. спец.21.02.00 / В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2005. - 32 с	ЛР, ПЗ, КП	15	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ http://irbis.brstu.ru/cgi/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=

2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog>

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru>

4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <https://uisrussia.msu.ru/>
8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/практических работ

Лабораторная работа № 1. Изучение датчиков технологической информации

Цель работы: Ознакомиться с устройством и техническими характеристиками датчиков технологической информации, приобрести навыки подключения датчиков и оценки их погрешностей.

Задание: изучить назначение и технические характеристики датчиков технологической информации, схемы их подключения, а также основные узлы и возможности лабораторного комплекса, пройти тестирование по техническим характеристикам и способам подключения датчиков технологической информации, для каждого изучаемого датчика экспериментально рассмотреть работу в двух режимах: в режиме прохождения воздействующего элемента (ВЭ) мимо датчика и в режиме изменения расстояния между торцом датчика и ВЭ, для каждого из рассмотренных режимов работы снять задаваемое преподавателем число раз включение/отключение датчика, фиксируя расстояние между датчиком и ВЭ, по результатам экспериментов определить среднее квадратическое отклонение случайной погрешности σ и гистерезис датчика, экспериментально оценить как изменяется среднее квадратическое отклонение случайной погрешности σ и гистерезис с изменением исходного расстояния между датчиком и ВЭ, для датчика с аналоговым выходом экспериментально снять и построить номинальные статические характеристики при разных расстояниях между датчиком и ВЭ, рассчитать по ним наибольшее значение суммарной погрешности, оценить изменение гистерезиса с изменением расстояния между датчиком и ВЭ.

Порядок выполнения: Исследуемые емкостной и индуктивный датчики могут использоваться в двух режимах:

- 1) контроль прохождения ВЭ мимо датчика;
- 2) контроль изменения расстояния между ВЭ и торцом датчика.

Условно введём для разделения этих двух режимов воздействий соответственно термин «путевой режим» и «режим конечного выключателя» («торцевой режим»).

Для исследования датчика в путевом режиме, он устанавливается в верхнее монтажное отверстие стойки датчиков. При этом исследуется воздействие на датчик «уса» ВЭ, то есть используется поворот воздействующего элемента. В режиме конечного выключателя датчик устанавливается в нижнее отверстие стойки и исследуется приближение/удаление круглой части ВЭ.

Форма отчетности:

Отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены ВИЗ обучающегося.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в рекомендуемых источниках 1.

Рекомендуемые источники

1 ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.- Москва, 1985 .- 18 с.

Основная литература

1. Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва: МГИУ, 2009. - 185 с.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Технические средства автоматизации и управления: методические указания к выполнению лабораторных работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 105 с.

2. Толубаев В.Н. Средства автоматизации и управления (САУ - лифт): лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 76 с.

3. Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.

4. Толубаев, В. Н. Технические средства автоматизации : метод. указания к курсовому проектированию для студ. спец.21.02.00 / В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2005. - 32 с.

Контрольные вопросы

- 1) Каков принцип действия индуктивного выключателя?
- 2) Каков принцип действия емкостного выключателя?
- 3) К какому типу относится оптический выключатель и каков его принцип действия?
- 4) Как обеспечивается питание исследуемых датчиков и как подключается нагрузка к их выходам?
- 5) Как рассчитывается среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности датчика?
- 6) Что такое гистерезис датчика и как его определить экспериментально?
- 7) Как исключается влияние люфтов в передаче при исследовании датчиков?
- 8) Зачем в стойке датчиков выполнено два отверстия для установки датчиков?
- 9) Как построить номинальную статическую характеристику датчика с аналоговым выходом (ИПП)?
- 10) Каково назначение «уса» в конструкции воздействующего элемента?
- 11) Чем отличаются путевой режим работы датчиков от режима конечного выключателя?

Лабораторная работа № 2. Изучение пультового оборудования

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "работа в малых группах". Занятия в малых группах позволяют студентам приобрести навыки сотрудничества и другие важные межличностные навыки, кроме того, эти занятия помогают студентам научиться разрешать возникающие между ними разногласия, в таких группах отмечается высокий уровень обмена информацией.

Цель работы: Ознакомиться с устройством и техническими характеристиками многофункционального цифрового таймера H5CX-AD, многофункционального счётчика H7CX-AUD1 и цифрового индикатора K3MA-J-A2 японской фирмы OMRON. Приобрести навыки программирования, изучить основные функции и операции.

Задание: изучить назначение, технические характеристики таймера H5CX-AD, счётчика H7CX-AUD1 и индикатора K3MA-J-A2, основные узлы и возможности лабораторного комплекса, изучить возможные режимы работы всех устройств, их возможности, основные и

дополнительные функции, изучить принципы программирования, составить последовательность, в которой будет вестись программирование устройства, подготовить схему для проверки правильности решения задачи, пройти тестирование по функциональным возможностям, режимам работы и принципам программирования таймера H5CX-AD, счётчика H7CX-AUD1 и индикатора K3MA-J-A2, запрограммировать устройство в соответствии с выданным заданием, собрать схему, используя сигнальную и коммутационную аппаратуру, расположенную на модуле (кнопки, тумблеры, потенциометр, светодиоды), проверить правильность выполнения поставленной задачи.

Порядок выполнения:

Данная лабораторная работа предназначена для изучения различного пультового оборудования фирмы OMRON. Варианты задач, приведённые ниже, предусматривают программирование устройств и проверку правильности программирования с помощью сборки схемы.

В целом принципы программирования таймера или счётчика схожи, поэтому ниже приводится описание последовательности программирования параметров для обоих устройств.

Для программирования таймера или счётчик необходимо воспользоваться схемами, приведёнными в соответствующих разделах технического описания пультового оборудования. Для входа в меню программирования необходимо нажать и держать кнопку MODE более 3 с. После этого таймер или счётчик переходит в меню программирования параметров. При этом на дисплее индицируется первый пункт меню. Для перехода от одного пункта меню к другому нужно также нажимать кнопку MODE. Изменение выбранного параметра производится клавишами изменения параметров. Для параметров, имеющих символьное отображение на дисплее, необходимо нажимать эти клавиши до появления необходимого значения. В параметрах, имеющих числовое значение, каждый разряд числа изменяется своей клавишей (для 4-разрядного таймера – четыре клавиши настройки параметров, для 6-разрядного счётчика – шесть клавиш). Для фиксации изменённого параметра необходимо нажать клавишу MODE, при этом на дисплее появится следующий пункт меню. Для выхода из меню программирования нужно также нажать клавишу MODE и держать её более 3 с.

Форма отчетности:

Отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены ВИЗ обучающегося.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в рекомендуемых источниках 1.

Рекомендуемые источники

1 ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.- Москва, 1985 .- 18 с.

Основная литература

1. Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва: МГИУ, 2009. - 185 с.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Технические средства автоматизации и управления: методические указания к выполнению лабораторных работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 105 с.

2. Толубаев В.Н. Средства автоматизации и управления (САУ - лифт): лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 76 с.

3. Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.

4. Толубаев, В. Н. Технические средства автоматизации : метод. указания к курсовому проектированию для студ. спец.21.02.00 / В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2005. - 32 с.

Контрольные вопросы

- 1) Сколько режимов работы может обеспечить таймер H5CX?
- 2) Перечислить режимы работы выходов таймера.
- 3) С помощью чего осуществляется программирование параметров таймера и счётчика?
- 4) Каковы минимальное и максимальное значения уставок таймера?
- 5) Сколько режимов работы может обеспечить счётчик H7CX?
- 6) Какие выходы есть у счётчика?
- 7) Что такое DIP-ключ?
- 8) Функциональное назначение клавиш на лицевой панели таймера (счётчика или индикатора)?
- 9) Какие входные сигналы можно подключать ко входам индикатора (тип, пределы измерения)?
- 10) Назначение элементов дисплея индикатора?

Лабораторная работа № 3.

Изучение интеллектуального реле OMRON ZEN-10C1DR-D

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "разбор конкретных ситуаций", преподаватель на обсуждение ставит конкретную ситуацию, обучающиеся анализируют и обсуждают эту ситуацию сообща, всей аудиторией. Преподаватель старается активизировать участие в обсуждении отдельными вопросами, обращенными к отдельным обучающимся, представляет различные мнения, чтобы развить дискуссию, стремясь направить ее в нужное направление. Затем, опираясь на правильные высказывания и анализируя неправильные, подводит слушателей к коллективному выводу или обобщению.

Цель работы: Ознакомиться с устройством и техническими характеристиками программируемого реле ZEN-10C1DR-D, приобрести навыки программирования, изучить основные функции и операции.

Задание: а) Изучить назначение, технические характеристики программируемого реле ZEN-10C1DR-D, основные узлы и возможности лабораторного комплекса. Изучить систему команд и принципы программирования реле, выполнить синтез системы автоматизации, составить программу для ввода в программируемое реле, пройти тестирование по техническим характеристикам и принципу программирования программируемого реле ZEN-10C1DR-D, освоить графическую среду программного обеспечения, набрать на компьютере подготовленную программу и откомпилировать ее, проверить правильность работы программы на симуляторе, ввести программу в программируемое реле, собрать схему проверки и убедиться в правильности работы программы.

Порядок выполнения: В соответствии с обозначениями используемых светодиодов и входных сигналов на соответствующей панели объекта определиться с адресацией входных и выходных переменных. Затем определиться с адресацией вводимых промежуточных переменных и с адресацией и параметрами используемых таймеров и счётчиков. Составить программу для реле ZEN.

В лаборатории панель с изображением автоматизируемого объекта установить на матрицу светодиодов. Через отверстия в панели видны только используемые светодиоды и подписано, какие используются кнопки и тумблеры. С использованием программного обеспечения Zen Soft или с клавиатуры на панели (по выбору студента) ввести подготовленную дома программу в реле. Проверить правильность работы программы на симуляторе. Далее запустить программу в работу и убедиться в правильности её работы. При наличии ошибок в работе устранить их и продемонстрировать преподавателю работу правильно функционирующей программы.

Форма отчетности:

Отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены ВИЗ обучающегося.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в рекомендуемых источниках 1.

Рекомендуемые источники

1 ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.- Москва, 1985 .- 18 с.

Основная литература

1. Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва: МГИУ, 2009. - 185 с.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Технические средства автоматизации и управления: методические указания к выполнению лабораторных работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 105 с.

2. Толубаев В.Н. Средства автоматизации и управления (САУ - лифт): лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 76 с.

3. Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.

4. Толубаев, В. Н. Технические средства автоматизации : метод. указания к курсовому проектированию для студ. спец.21.02.00 / В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2005. - 32 с.

Контрольные вопросы

- 1) Каково отличие входов I0...I3 от входов I4 и I5?
- 2) Сколько таймеров можно реализовать в исследуемом реле?
- 3) Что означает термин «рабочие биты»?
- 4) Какие режимы может реализовать таймер?
- 5) Какую максимальную задержку времени можно выполнить на таймере?
- 6) Что обеспечивает параметр А при его установке при программировании таймеров и счётчиков?
- 7) Сколько счётчиков можно реализовать в исследуемом реле?
- 8) Какую максимальную уставку можно задать счётчику?
- 9) Какое максимальное число последовательно включённых контактов может быть в цепи РКС?
- 10) В чём отличие программирования в виде РКС и в виде электрических схем?

Лабораторная работа № 4

Изучение и программирование промышленного логического контроллера OMRON SYSMAC CPM2A

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "работа в малых группах". Занятия в малых группах позволяют студентам приобрести навыки сотрудничества и другие важные межличностные навыки, кроме того, эти занятия помогают студентам научиться разрешать возникающие между ними разногласия, в таких группах отмечается высокий уровень обмена информацией.

Цель работы: Ознакомиться с устройством и техническими характеристиками программируемого контроллера OMRON SYSMAC CPM2A-30CDR, приобрести навыки программирования, изучить основные функции и операции.

Задание: Изучить назначение, технические характеристики контроллера OMRON SYSMAC CPM2A-30CDR, основные узлы и возможности лабораторного комплекса. Изучить систему команд и принципы программирования контроллера. Выполнить синтез системы автоматизации методом событийно-логического описания и с помощью метода временных диаграмм. Составить программу для ввода в контроллер. Пройти тестирование по системе команд и принципу программирования на контроллере CPM2A-30CDR, освоить графическую среду программного обеспечения, набрать на компьютере подготовленную программу, откомпилировать ее и ввести в контроллер, убедиться в правильности работы программы.

Порядок выполнения: Методом событийно-логического описания и с помощью метода временных диаграмм, составить логические функции (уравнения), обеспечивающие выполнение заданной последовательности работы оборудования. Эти логические функции должны составляться с учетом возможностей контроллера и имитатора пульта оператора.

- записать полученные логические функции в адресах программируемого контроллера.

- по полученным логическим функциям составить программу для ввода в ПЭВМ.

- набрать и отредактировать подготовленную программу на ПЭВМ с помощью программы CX-Programmer;

- провести компиляцию программы. Исправить все выявленные ошибки;

- ввести программу в контроллер;

- подавая с пульта управления модуля ПЛК в контроллер команды и имитируя состояния датчиков объекта, проверить правильность функционирования реализованной системы управления.

Форма отчетности:

Отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены ВИЗ обучающегося.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в рекомендуемых источниках 1.

Рекомендуемые источники

1 ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.- Москва, 1985 .- 18 с.

Основная литература

1. Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва: МГИУ, 2009. - 185 с.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Технические средства автоматизации и управления: методические указания к выполнению лабораторных работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 105 с.

2. Толубаев В.Н. Средства автоматизации и управления (САУ - лифт): лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 76 с.

3. Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.

4. Толубаев, В. Н. Технические средства автоматизации : метод. указания к курсовому проектированию для студ. спец.21.02.00 / В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2005. - 32 с.

Контрольные вопросы

- 1) Какая полярность напряжения требуется при подключении входов контроллера?
- 2) Чем обеспечивается гальваническое разделение цепей контроллера и внешних цепей при подключении входов и выходов?
- 3) Сколько таймеров и счетчиков можно реализовать в контроллере?
- 4) Что означает символ @, поставленный перед некоторыми командами?
- 5) Чем отличаются команды TIM и TIMH(15)?
- 6) Когда формируется флаг завершения счета счетчика CNT?
- 7) Что обеспечивается при использовании команд IL(02) и ILC(02)?
- 8) Чем отличаются команды ADD(30) и ADB(50)?
- 9) Какая область памяти воспринимается по умолчанию, если перед адресом нет сокращенного названия области памяти?
- 10) Какой символ используется для обозначения константы?

Лабораторная работа № 5 Средства автоматизации и управления (САУ–лифт)

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "работа в малых группах". Занятия в малых группах позволяют студентам приобрести навыки сотрудничества и другие важные межличностные навыки, кроме того, эти занятия помогают студентам научиться решать возникающие между ними разногласия, в таких группах отмечается высокий уровень обмена информацией.

Цель работы: Изучить принципы построения систем автоматизации управления технологическими процессами при использовании программируемых контроллеров, изучить принципы формирования управляющих команд и промежуточных переменных последовательностных схем автоматизации, ознакомиться с устройством и техническими характеристиками программируемого контроллера OMRON CP1L, приобрести практические навыки подготовки и отладки программ управления объектами, основы программирования контроллера.

Задание: изучить состав, назначение и конструкцию лабораторного стенда и его узлов, изучить требуемую последовательность работы макета пассажирского лифта и логические уравнения управления им, составить программу управления механизмами лифта от программируемого контроллера OMRON SYSMAC CP1L, опробовать работу лифта при управлении им от программируемого контроллера OMRON SYSMAC CP1L.

Порядок выполнения: разработать алгоритм решения задачи. В соответствии с обозначениями определиться с адресацией входных и выходных переменных. Затем определиться с адресацией вводимых промежуточных переменных и с адресацией и параметрами используемых таймеров и счетчиков. Составить программу для контроллера.

Форма отчетности:

Отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены ВИЗ обучающегося.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в рекомендуемых источниках 1.

Рекомендуемые источники

1 ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.- Москва, 1985 .- 18 с.

Основная литература

1. Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва: МГИУ, 2009. - 185 с.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Технические средства автоматизации и управления: методические указания к выполнению лабораторных работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 105 с.

2. Толубаев В.Н. Средства автоматизации и управления (САУ - лифт): лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 76 с.

3. Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.

4. Толубаев, В. Н. Технические средства автоматизации : метод. указания к курсовому проектированию для студ. спец.21.02.00 / В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2005. - 32 с.

Контрольные вопросы

1. Какой принцип управления лифтом называется двухстороннесобирательным?
2. При каких условиях требование считается выполненным?
3. Когда сбрасывается память о нахождении кабины лифта на n-м этаже?
4. При каких условиях возможно возникновение команды Н?
5. При каких условиях возможно возникновение команды В?
6. При каких условиях исчезает возникший сигнал РАВАР?
7. Какова последовательность включения стенда в работу при управлении от программируемого контроллера?
8. Как осуществляется запуск программы с сенсорной панели оператора?

Практическая работа №1

Изучение и программирование интеллектуального реле OMRON ZEN-10C1DR-D. Событийно – управляемая логика

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "работа в малых группах". Занятия в малых группах позволяют студентам приобрести навыки сотрудничества и другие важные межличностные навыки, кроме того, эти занятия помогают студентам научиться разрешать возникающие между ними разногласия, в таких группах отмечается высокий уровень обмена информацией.

Цель работы: Ознакомиться с устройством и техническими характеристиками программируемого реле ZEN-10C1DR-D, приобрести навыки программирования, изучить основные функции и операции.

Задание: изучить назначение, технические характеристики программируемого реле ZEN-10C1DR-D, основные узлы и возможности лабораторного комплекса, изучить систему команд и принципы программирования реле, пройти тестирование по техническим характеристикам и принципу программирования программируемого реле ZEN-10C1DR-D, освоить графическую среду программного обеспечения; набрать на компьютере подготовленную программу и откомпилировать её, проверить правильность работы программы на симуляторе; ввести программу в программируемое реле. Собрать схему проверки и убедиться в правильности работы программы.

Порядок выполнения: запрограммировать интеллектуальное реле для объекта: манипулятор (рука со схватом) служит для подачи заготовок из накопителя в пресс. Накопитель – бункерный, механический, при взятии детали манипулятором, автоматически готовится следующая (пока не опустеет бункер). Забирает деталь из прессы другой манипулятор. Привод манипулятора – пневматический, управляется одноклапанными электроклапанами. Рука манипулятора может перемещаться вперед (клапан выдвижения включен) из крайнего заднего КЗ в крайнее переднее КП положение и назад (клапан выдвижения выключен), а также поворачиваться из крайнего правого положения КПр в крайнее левое положение КЛ (клапан поворота включен) и обратно (клапан поворота выключен). Схват имеет электромагнитный механизм зажима/разжима заготовок.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены ВИЗ обучающегося.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе:

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в рекомендуемых источниках 1.

Рекомендуемые источники

1 ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.- Москва, 1985 .- 18 с.

Основная литература

1. Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.
2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва: МГИУ, 2009. - 185 с.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Технические средства автоматизации и управления: методические указания к выполнению лабораторных работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 105 с.
2. Толубаев В.Н. Средства автоматизации и управления (САУ - лифт): лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 76 с.
3. Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.
4. Толубаев, В. Н. Технические средства автоматизации : метод. указания к курсовому проектированию для студ. спец.21.02.00 / В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2005. - 32 с.

Контрольные вопросы

- 1) Сколько таймеров можно реализовать в исследуемом реле?
- 2) Какие режимы может реализовать таймер?
- 3) Какую максимальную задержку времени можно выполнить на таймере?
- 4) Сколько счётчиков можно реализовать в исследуемом реле?
- 5) Какую максимальную уставку можно задать счётчику?

Практическая работа №2

**Изучение и программирование интеллектуального реле OMRON ZEN-10C1DR-D.
Метод временных диаграмм**

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "работа в малых группах". Занятия в малых группах позволяют студентам приобрести навыки сотрудничества и другие

важные межличностные навыки, кроме того, эти занятия помогают студентам научиться разрешать возникающие между ними разногласия, в таких группах отмечается высокий уровень обмена информацией.

Цель работы: ознакомиться с устройством и техническими характеристиками программируемого реле ZEN-10C1DR-D, приобрести навыки программирования, изучить основные функции и операции.

Задание: запрограммировать ПЛК (интеллектуальное реле) для объекта. Гирлянда состоит из трех лампочек (светодиодов). Одновременно горят две лампочки. Гаснут лампочки поочередно по одной - «бегущая потухшая» лампочка. Включение и выключение гирлянды – кнопками Пуск/Стоп.

Порядок выполнения: способов, вариантов решения задачи несколько:

а) Инвертировать Л1-Л3 и использовать простой пример светофора теоретического раздела, где принять $T1=T2=T3$;

б) Использовать один счетчик и команды сравнения с разными уставками (такие команды есть в ZEN, но в других ПЛК могут не быть);

в) В нашем примере применим универсальный способ – используем три счетчика: счетчик до 2, счетчик до 3, счетчик до 4. Счетчик до 4 используется как сбрасывающий (обнуляющий), вместо счетчика до 1 используем команду Работа = 1.

Используем встроенный генератор (ZEN) или программируем из таймеров.

Строим временные диаграммы работы гирлянды, генератора, счетчиков, счетчиков в инверсии и выбираем необходимые сочетания сигналов.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены ВИЗ обучающегося.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе:

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в рекомендуемых источниках 1.

Рекомендуемые источники

1 ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.- Москва, 1985 .- 18 с.

Основная литература

1. Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва: МГИУ, 2009. - 185 с.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Технические средства автоматизации и управления: методические указания к выполнению лабораторных работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 105 с.

2. Толубаев В.Н. Средства автоматизации и управления (САУ - лифт): лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 76 с.

3. Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.

4. Толубаев, В. Н. Технические средства автоматизации : метод. указания к курсовому проектированию для студ. спец.21.02.00 / В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2005. - 32 с.

Контрольные вопросы

- 1) Каково отличие входов I0...I3 от входов I4 и I5?
- 2) Что означает термин «рабочие биты»?
- 3) Что обеспечивает параметр А при его установке при программировании таймеров и счётчиков?
- 4) Какое максимальное число последовательно включённых контактов может быть в цепи РКС?
- 5) В чём отличие программирования в виде РКС и в виде электрических схем?

Практическая работа №3

Изучение и программирование логического контроллера OMRON SYSMAC CPM2A. Событийно–управляемая логика.

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "разбор конкретных ситуаций", преподаватель на обсуждение ставит конкретную ситуацию, обучающиеся анализируют и обсуждают эту ситуацию сообща, всей аудиторией. Преподаватель старается активизировать участие в обсуждении отдельными вопросами, обращенными к отдельным обучающимся, представляет различные мнения, чтобы развить дискуссию, стремясь направить ее в нужное направление. Затем, опираясь на правильные высказывания и анализируя неправильные, подводит слушателей к коллективному выводу или обобщению.

Цель работы: ознакомиться с устройством и техническими характеристиками программируемого контроллера OMRON SYSMAC CPM2A-30CDR, приобрести навыки программирования, изучить основные функции и операции.

Задание: изучить назначение, технические характеристики контроллера OMRON SYSMAC CPM2A-30CDR, основные узлы и возможности лабораторного комплекса, изучить систему команд и принципы программирования контроллера.

Порядок выполнения: Запрограммировать ПЛК OMRON для объекта: манипулятор (рука со схватом) служит для подачи заготовок из накопителя в пресс. Накопитель – бункерный, механический, при взятии детали манипулятором, автоматически готовится следующая (пока не опустеет бункер). Забирает деталь из прессы другой манипулятор. Привод манипулятора – пневматический, управляется одноходовыми электроклапанами. Рука манипулятора может перемещаться вперед (клапан выдвижения включен) из крайнего заднего КЗ в крайнее переднее КП положение и назад (клапан выдвижения выключен), а также поворачиваться из крайнего правого положения КПр в крайнее левое положение КЛ (клапан поворота включен) и обратно (клапан поворота выключен). Схват имеет электромагнитный механизм зажима/разжима заготовок.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены ВИЗ обучающегося.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе:

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в рекомендуемых источниках 1.

Рекомендуемые источники

1 ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.- Москва, 1985 .- 18 с.

1. Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва: МГИУ, 2009. - 185 с.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Технические средства автоматизации и управления: методические указания к выполнению лабораторных работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 105 с.

2. Толубаев В.Н. Средства автоматизации и управления (САУ - лифт): лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 76 с.

3. Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.

4. Толубаев, В. Н. Технические средства автоматизации : метод. указания к курсовому проектированию для студ. спец.21.02.00 / В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2005. - 32 с.

Контрольные вопросы

- 1) Какая полярность напряжения требуется при подключении входов контроллера?
- 2) Чем обеспечивается гальваническое разделение цепей контроллера и внешних цепей при подключении входов и выходов?
- 3) Сколько таймеров и счетчиков можно реализовать в контроллере?
- 4) Что означает символ @, поставленный перед некоторыми командами?
- 5) Чем отличаются команды ТИМ и ТИМН(15)?

Практическая работа №4

Изучение и программирование логического контроллера OMRON SYSMAC CPM2A. Метод временных диаграмм

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "работа в малых группах". Занятия в малых группах позволяют студентам приобрести навыки сотрудничества и другие важные межличностные навыки, кроме того, эти занятия помогают студентам научиться разрешать возникающие между ними разногласия, в таких группах отмечается высокий уровень обмена информацией.

Цель работы: ознакомиться с устройством и техническими характеристиками программируемого контроллера OMRON SYSMAC CPM2A-30CDR, приобрести навыки программирования, изучить основные функции и операции.

Задание: запрограммировать ПЛК для объекта. Гирлянда - состоит из трех лампочек (светодиодов). Одновременно горят две лампочки. Гаснут лампочки поочередно по одной - «бегущая потухшая» лампочка. Включение и выключение гирлянды – кнопками Пуск/Стоп.

Порядок выполнения: инвертировать Л1-Л3 и использовать простой пример светофора из теоретического раздела, где принять $T1=T2=T3$; использовать один счетчик и команды сравнения с разными уставками (такие команды есть в ZEN, но в других ПЛК могут не быть); в нашем примере применим универсальный способ – используем три счетчика: счетчик до 2, счетчик до 3, счетчик до 4. Счетчик до 4 используется как сбрасывающий (обнуляющий), вместо счетчика до 1 используем команду Работа = 1.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены ВИЗ обучающегося.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе:

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в рекомендуемых источниках 1.

Рекомендуемые источники

1 ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.- Москва, 1985 .- 18 с.

Основная литература

1. Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва: МГИУ, 2009. - 185 с.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Технические средства автоматизации и управления: методические указания к выполнению лабораторных работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 105 с.

2. Толубаев В.Н. Средства автоматизации и управления (САУ - лифт): лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 76 с.

3. Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.

4. Толубаев, В. Н. Технические средства автоматизации : метод. указания к курсовому проектированию для студ. спец.21.02.00 / В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2005. - 32 с.

Контрольные вопросы

- 1) Когда формируется флаг завершения счета счетчика CNT?
- 2) Что обеспечивается при использовании команд IL(02) и ILC(02)?
- 3) Чем отличаются команды ADD(30) и ADB(50)?
- 4) Какая область памяти воспринимается по умолчанию, если перед адресом нет сокращенного названия области памяти?
- 5) Какой символ используется для обозначения константы?

Практическая работа № 5

Изучение и программирование сенсорного монитора OMRON NT21

Цель работы: изучить функциональные возможности сенсорного монитора и приобрести навыки программирования различных элементов на экране в соответствии с поставленной задачей.

Задание: изучить назначение и техническую характеристику сенсорного монитора NT21, изучить принципы программирования сенсорного монитора, с помощью программы NT-series Support Tool на ПЭВМ набрать подготовленные картинки сенсорного монитора, записать проект в память сенсорного монитора, с помощью программы CX-Programmer на ПЭВМ набрать, откомпилировать и записать в контроллер CPM2A подготовленную для него программу, при совместной работе сенсорного монитора и программируемого контроллера проверить правильность функционирования пульта оператора;

Порядок выполнения: разработать программу для совместной работы ПЛК и сенсорного монитора NT21, объект взять из своего варианта из лабораторной работы №1(3).

Манипулятор (рука со схватом) служит для подачи заготовок из накопителя в пресс. Накопитель – бункерный, механический, при взятии детали манипулятором, автоматически готовится следующая (пока не опустеет бункер). Забирает деталь из пресса другой манипулятор. Привод манипулятора – пневматический, управляется односторонними электроклапанами. Рука манипулятора может перемещаться вперед (клапан выдвижения включен) из крайнего заднего КЗ в крайнее переднее КП положение и назад (клапан выдвижения выключен), а также поворачиваться из крайнего правого положения КПр в крайнее левое положе-

ние КЛ (клапан поворота включен) и обратно (клапан поворота выключен). Схват имеет электромагнитный механизм зажима/разжима заготовок.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены ВИЗ обучающегося.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе:

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в рекомендуемых источниках 1.

Рекомендуемые источники

1 ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.- Москва, 1985 .- 18 с.

Основная литература

1. Толубаев В. Н. Технические средства автоматизации: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 260 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., стереотип. - Москва: МГИУ, 2009. - 185 с.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Технические средства автоматизации и управления: методические указания к выполнению лабораторных работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 105 с.

2. Толубаев В.Н. Средства автоматизации и управления (САУ - лифт): лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 76 с.

3. Толубаев В.Н. Макушев А.В. Средства автоматизации и управления: учебно-методическое пособие. – Братск: БрГУ, 2011. – 249 с.

4. Толубаев, В. Н. Технические средства автоматизации : метод. указания к курсовому проектированию для студ. спец.21.02.00 / В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2005. - 32 с.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение сенсорного монитора?
2. Какие режимы работы есть у сенсорного монитора?
3. Какое максимальное количество картинок может содержать один проект?
4. Какое максимальное количество объектов может содержать одна картинка?
5. Если пульт включает в себя несколько картинок, то как осуществляется переход от одной картинке к другой?

6. Как обеспечивается адресация элементов программируемого пульта управления?

7. Чем отличается программа ПК для управления одним и тем же объектом при использовании программируемого пульта и при использовании обычного пульта с реальными кнопками, тумблерами и т.п.?

8. Возможна ли одновременная совместная работа модуля ПАУ и сенсорного монитора с программируемым контроллером СРМ2А?

9. Что должна представлять собой «простейшая» программа контроллера СРМ2А для проверки правильности работы разработанного пульта?

9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта (курсовой работы), контрольной работы, РГР, реферата

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи курсового проекта

Целью курсового проекта по дисциплине “Технические средства автоматизации” является формирование у студентов практических навыков инженерного решения реальных производственных задач прикладного инженерно–технического и научно–исследовательского характера

В процессе выполнения курсового проекта студенты должны закрепить полученные в лекционном курсе теоретические знания по основам автоматизации.

При защите курсового проекта студенты должны показать знания в области:

- технико-экономического обоснования внедрения новых технических устройств;
- теоретического анализа производства как объекта автоматизации, на основании которого уметь проследить тенденции развития, выявить его узкие места, на основе критериев системного подхода обоснованно выбрать (на базе серийно выпускаемых) комплекс необходимых технических средств автоматизации и правильно поставить задачу проектирования новых, автоматически действующих, устройств;
- инженерных методов и принципов проектирования и расчета элементов и устройств автоматики;
- элементарной базы систем промышленной автоматики, их принципа действия, устройства и основных характеристик, иметь представление о тенденции развития технических средств и систем автоматизации производственных процессов.

Тема курсового проекта, объем и исходные данные согласуются с руководителем. Курсовой проект может быть посвящен обоснованию выбора технических средств системы автоматического контроля и регулирования конкретного технологического процесса на основе использования современных средств вычислительной техники и описанию принципа работы используемых технических средств, разработке схем управления и сигнализации, разработке алгоритмов и программ для микропроцессорных систем.

Исходными данными для выполнения курсового проекта могут быть материалы производственной практики, научно–исследовательской работы студентов, техническая документация проектных институтов, предприятий и т. п.

1.2 Рекомендуемые типовые технологические процессы

1.2.1. Лесопильное производство:

- агрегатная переработка бревен;
- механическая и гидротермическая обработка пиломатериалов;
- погрузочно-разгрузочные и учетные операции с пиломатериалами.

1.2.2. Тарное производство:

- подготовка сырья и подсортировочные работы;
- получение тарных заготовок;
- сборка тарных комплектов.

1.2.3. Фанерное производство:

- тепловая обработка сырья;
- изготовление, сушка и сортировка шпона;
- производство клеев и смол;
- склеивание и сортировка фанеры;
- производство фанерной продукции (древесных пластиков, пресс – крошки, облицовочной и декоративной фанеры и т.п.).

1.2.4. Производство древесно-стружечных плит:

- получение, измельчение и термообработка стружки;
- подготовка связующего;

- проклеивание и осмоление стружки;
 - формирование ковра;
 - прессование, шлифование и сортировка плит.
- 1.2.5. Производство древесноволокнистых плит, приготовление и сортировка щепы:
- размол щепы в дефибраторах и рафинаторах;
 - проклеивание волокнистой массы;
 - формирование (отлив) и механическая обработка ковра;
 - гидротермообработка сырых плит и прессование плит.
- 1.2.6. Столярно-мебельное производство:
- сушка и механическая обработка древесины;
 - изготовление деталей, сборка узлов и изделий.
- 1.2.7. Котельные с использованием топлива: газ, жидкое топливо, антрацит, каменные и бурые угли:
- тракт подачи топлива;
 - питание котла водой;
 - деаэрация воды;
 - химводоподготовка.
- 1.2.8. Электрокотельные:
- получение горячей вода или пара;
 - деаэрация воды;
 - химводоподготовка.
- 1.2.9. Процесс электролиза алюминия.
- 1.2.10 Процесс производства анодной массы.
- 1.2.11. Процесс получения кремния.
- 1.2.12. Процесс газоочистки.
- 1.2.13. Процесс варки целлюлозы.
- 1.2.14. Процесс хлорного производства.
- 1.2.15. Процесс гидролизного производства.
- 1.2.16. Процесс сушки.

Этот перечень не ограничивает рекомендуемые технологические процессы, для курсового проекта студент может взять любой другой технологический процесс с одобрения руководителя курсовой работы или выбрать вариант из данного методического пособия.

2. Варианты задания на курсовое проектирование

На основании приведенной технологической схемы выполнить проектирование функциональной схемы автоматизации и произвести выбор технических средств.

Трубопровод Т11 (после насосов): давление воды $P_y=0,37$ МПа, температура воды $T=90^\circ\text{C}$, расход воды $F=0,8$ м³/с.

Вариант 1: выбрать технические средства для измерения и записи температуры, давления и расхода воды в тр. Т11 (рис. 2.1).

Вариант 2: выбрать технические средства для измерения давления на входе и выходе насосов №1 и №2 (рис. 2.1).

Трубопровод Т11: $P_y=0,45$ МПа, $T=80$ °С, $F=2$ м³/с.

Трубопровод Т21 (после насосов): $P_y=0,62$ МПа, $T=30$ °С.

Вариант 3: выбрать технические средства для измерения и записи температуры, давления и расхода воды в тр. Т11 (рис. 2.2).

Вариант 4: выбрать технические средства для регулирования давления воды в тр. Т21 (рис. 2.2).

Вариант 5: выбрать технические средства для измерения давления на входе и выходе насосов №1 и №2 (рис. 2.2).

Трубопровод Т71: $P_y=18$ кПа, $T=130$ °С, $F=4,3$ м³/с.

Трубопровод Т72: $T=80$ °С.

Трубопровод В6 (после насосов): $P_y=0,43$ МПа.

Вариант 6: выбрать технические средства для измерения и записи температуры, давления и расхода пара в тр. Т71 (рис. 2.3).

Вариант 7: выбрать технические средства для регулирования температуры пара в тр. Т72 (рис. 2.3).

Вариант 8: выбрать технические средства для измерения давления на входе и выходе насосов №1 и №2 (рис. 2.3).

Трубопровод Т71: $P_y=24$ кПа, $T=120$ °С, $F=6,0$ м³/с.

Трубопровод Т72: $P_y=16$ кПа, $T=90$ °С.

Трубопровод В6 (после насосов): $P_y=0,43$ МПа.

Вариант 9: выбрать технические средства для измерения и записи температуры, давления и расхода пара в тр. Т71 (рис. 2.4).

Вариант 10: выбрать технические средства для регулирования температуры пара в тр. Т72 (рис. 2.4).

Вариант 11: выбрать технические средства для регулирования давления пара в тр. Т72 (рис. 2.4).

Вариант 12: выбрать технические средства для измерения давления на входе и выходе насосов №1 и №2 (рис. 2.4).

Помещение: $T = 20$ °С.

Наружный воздух: $T = -3$ °С.

Вариант 13: выбрать технические средства для регулирования температуры воздуха в помещении (рис. 2.5).

Вариант 14: выбрать технические средства для защиты воздухонагревателя от замораживания (рис. 2.5).

Вариант 15: выбрать технические средства для регулирования температуры воздуха в сушилке (рис. 2.6).

Вариант 16: выбрать технические средства для измерения и записи температуры пара (рис. 2.6).

Вариант 17: выбрать технические средства для сигнализации обрыва ленты конвейера (рис. 2.6).

Температура в сушилке: $T = 80$ °С.

Температура пара : $T = 130$ °С.

Вариант 18: выбрать технические средства контроля наличия материала на ленте конвейера (рис. 2.6).

Вариант 19: выбрать технические средства для измерения уровня воды в емкости (рис.2.7).

Верхний уровень воды в емкости 3 м, верхний аварийный уровень воды в емкости 3,3 м, нижний аварийный уровень воды в емкости 0,2 м, давление на входе насосов 0,3 МПа и на выходе насосов 0,6 МПа.

Вариант 20: выбрать технические средства для регулирования верхнего уровня воды в емкости (рис.2.7).

Вариант 21: выбрать технические средства для регулирования нижнего уровня воды в емкости (рис.2.7).

Вариант 22: выбрать технические средства для измерения давления на входе и выходе насосов №1 и №2 (рис. 2.7).

Температура на выходе электродкотла 90°С, давление в электродкотле 0,65 МПа, проток воды 2 м³/с, давление на входе насосов 0,2 МПа и на выходе насосов 0,5 МПа.

Вариант 23: выбрать технические средства для измерения температуры, давления и расхода воды на выходе электродкотла (рис.2.8).

Вариант 24: выбрать технические средства для регулирования температуры воды на выходе электродкотла (рис.2.8).

Вариант 25: выбрать технические средства для измерения давления на входе и выходе насосов №1 и №2 (рис. 2.8).

3. Содержание курсового проекта

3.1. Пояснительная записка

Пояснительная записка (10 – 15 стр.) содержит разделы:

Введение

1. Технологическая часть.
2. Выбор технических средств, применяемых для автоматизации данного технологического процесса. Расчет схем или устройств (при необходимости).
Список используемой литературы.

Раздел "**введение**" должен содержать:

- описание и краткую характеристику технологического объекта;
- тенденции развития данного производства;
- уровень автоматизации производства.

Раздел "**технологическая часть**" должен содержать:

- описание технологического процесса с характеристиками основных и вспомогательных технологических параметров, подлежащих контролю или регулированию;
- выявление узких мест производства и целесообразности автоматизации в первую очередь тех или иных конкретных производственных операций (звеньев технологической цепи, участков, рабочих мест и т.д.).

Раздел "**выбор технических средств, применяемых для автоматизации данного технологического процесса**" должен содержать:

- основные технические требования, предъявляемые к техническим средствам автоматизации;
- обоснование и выбор комплекса технических средств на базе серийно выпускаемых автоматических устройств;
- принцип действия и устройство выбранных средств измерения, их основные достоинства и недостатки, область применения.

Если курсовой проект посвящен разработке приборов автоматического контроля и регулирования, то в данном разделе приводятся пути усовершенствования или доработки известных технических средств с целью обеспечения возможности их использования в данном технологическом процессе.

3.2. Графическая часть

Графическая часть состоит из 1 - 3 листов формата А1 (594x841) с изображением функциональной схемы и выполняется на ватманской бумаге карандашом, тушью или с помощью плоттера или принтера. При этом должна быть обеспечена высокая контрастность линий. Каждый чертеж снабжается штампом согласно требованиям ГОСТ 2.106 – 79.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. CX-Programmer 3.0 (комплектно со стендом САУ-МАКС)
2. CX-Server 1.7 (комплектно со стендом САУ-МАКС)
3. NT-series Support Tool 4.6 (комплектно со стендом САУ-МАКС)
4. ZEN Support Software (комплектно со стендом САУ-МАКС)
5. PK&MK for Windows XP (комплектно со стендом САУ-МАКС)

При реализации дисциплины применяются инновационные технологии обучения, активные и интерактивные формы проведения занятий, указанные в разделах 4.3, 4.4.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, Лк, ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Поточная аудитория	Меловая, маркерная доска	Лк 1-17
ЛР	Лаборатория технических средств автоматизации и измерений	Лабораторные стенды САУ-МАКС	ЛР 1-5
ПЗ	Лаборатория технических средств автоматизации и измерений	Лабораторные стенды САУ-МАКС	ПЗ 1-5
СР	ЧЗЗ	–	–

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	1. Общие сведения о технических средствах автоматизации	1.1. Состав систем автоматизации	Вопросы к экзамену 1.1. - 1.6.
			1.2. Государственная система приборов	Вопросы к экзамену 1.1. - 1.6.
			1.3. Метрологические характеристики средств автоматизации	Вопросы к экзамену 1.1. - 1.6.
			1.4. Классификация технических средств автоматизации	Вопросы к экзамену 1.1. - 1.6.
			1.5. Основные параметры и характеристики устройств	Вопросы к экзамену 1.1. - 1.6.
		2. Первичные преобразователи (датчики)	2.1. Типы электрических датчиков	Вопросы к экзамену 2.1. - 2.13.
			2.2. Датчики активного сопротивления (резистивные)	Вопросы к экзамену 2.1. - 2.13.
			2.3. Пьезоэлектрические датчики	Вопросы к экзамену 2.1. - 2.13.
			2.4. Емкостные (электростатические) датчики	Вопросы к экзамену 2.1. - 2.13.
			2.5. Терморезисторы	Вопросы к экзамену 2.1. - 2.13.
			2.6. Термоэлектрические датчики	Вопросы к экзамену 2.1. - 2.13.
			2.7. Фотоэлектрические датчики	Вопросы к экзамену 2.1. - 2.13.
			2.8. Ультразвуковые датчики	Вопросы к экзамену 2.1. - 2.13.
			2.9. Электромагнитные датчики	Вопросы к экзамену 2.1. - 2.13.
2.10. Электромашинные датчики	Вопросы к экзамену 2.1. - 2.13.			
ОПК-4	Готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации	3. Усилители	3.1. Обратные связи в усилителях	Вопросы к экзамену 3.1., 3.2.
			3.2. Магнитные усилители	Вопросы к экзамену 3.1., 3.2.
			3.3. Электромашинные усилители	Вопросы к экзамену 3.1., 3.2.
		4. Исполнительные устройства	4.1. Регулирующие органы	Вопросы к экзамену 4.1. - 4.3.
			4.2. Исполнительные механизмы	Вопросы к экзамену 4.1. - 4.3.
ПК-1	Способность выполнять эксперименты на действующих объектах	5. Электромагнитные реле	5.1. Электромагнитные нейтральные реле	Вопросы к экзамену 5.1. - 5.2.
			5.2. Электромагнитные поляризованные реле	Вопросы к экзамену 5.1. - 5.2.

	тах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств		5.3. Типы специальных реле	Вопросы к экзамену 5.1. - 5.2.
			5.4. Контактторы и магнитные пускатели	Вопросы к экзамену 5.1. - 5.2.
		6. Пневматические элементы и устройства автоматики	6.1. Элементы пневмоавтоматики	Вопросы к экзамену 6.1. - 6.5.
			6.2. Пневмоусилители	Вопросы к экзамену 6.1. - 6.5.
			6.3. Комбинированные преобразователи	Вопросы к экзамену 6.1. - 6.5.
		6.4. Пневматические исполнительные механизмы	Вопросы к экзамену 6.1. - 6.5.	
ПК-6	Способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	7. Автоматические регуляторы	7.1. Классификация автоматических регуляторов	Вопросы к экзамену 7.1. - 7.3.
			7.2. Автоматические регуляторы непрерывного действия	Вопросы к экзамену 7.1. - 7.3.
			7.3. Автоматические регуляторы дискретного действия	Вопросы к экзамену 7.1. - 7.3.
		8. Программируемые контроллеры	8.1. Классификация ПЛК как основных компонентов программно-технических комплексов	Вопросы к экзамену 8.1. - 8.7.
			8.2. Функционально-конструктивная схема модульного ПЛК	Вопросы к экзамену 8.1. - 8.7.
			8.3. Архитектура и общая организация модульного ПЛК	Вопросы к экзамену 8.1. - 8.7.
			8.4. Понятие цикла работы ПЛК	Вопросы к экзамену 8.1. - 8.7.
			8.5. Центральная память ПЛК	Вопросы к экзамену 8.1. - 8.7.
			8.6. Модули ввода/вывода ПЛК	Вопросы к экзамену 8.1. - 8.7.
			8.7. Устройства программирования ПЛК и программно-математическое обеспечение	Вопросы к экзамену 8.1. - 8.7.
ПК-7	Способность разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	9. Средства промышленных сетей	9.1. AS-интерфейс	Вопросы к экзамену 9.1. - 9.5.
			9.2. PROFIBUS	Вопросы к экзамену 9.1. - 9.5.
			9.3. ETHERNET	Вопросы к экзамену 9.1. - 9.5.
			9.4. HART-протокол	Вопросы к экзамену 9.1. - 9.5.
			9.5. CAN-протокол	Вопросы к экзамену 9.1. - 9.5.
		10. Интерфейсы систем автоматизации и управления	10.1. Интерфейсы. Основные понятия и определения	Вопросы к экзамену 10.1. - 10.2.
			10.2. Классификация интерфейсов	Вопросы к экзамену 10.1. - 10.2.
			10.3. Структурная организация интерфейсов	Вопросы к экзамену 10.1. - 10.2.
			10.4. Последовательный интерфейс RS-232C	Вопросы к экзамену 10.1. - 10.2.
			10.5. Последовательный интерфейс RS-485	Вопросы к экзамену 10.1. - 10.2.
			10.6. Параллельный интерфейс	Вопросы к экзамену 10.1. - 10.2.

2. Вопросы к экзамену

№ п/п	Компетенции		Вопросы к экзамену	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОК-7	Способностью к самоорганизации и самообразованию	<p>1.1. Государственная система приборов.</p> <p>1.2. Метрологические характеристики средств автоматизации.</p> <p>1.3. Классификация технических средств автоматизации по функциональному признаку.</p> <p>1.4. Классификация технических средств автоматизации по физическому и энергетическому принципу.</p> <p>1.5. Основные параметры и характеристики устройств: статическая характеристика.</p> <p>1.6. Основные параметры и характеристики устройств: динамические характеристики.</p>	1. Общие сведения о технических средствах автоматизации
			<p>2.1. Общие сведения и классификация первичных преобразователей (датчиков).</p> <p>2.2. Датчики активного сопротивления: контактные и реостатные (потенциометрические).</p> <p>2.3. Датчики активного сопротивления: тензодатчики и пьезодатчики.</p> <p>2.4. Емкостные (электростатические) датчики.</p> <p>2.5. Терморезисторы.</p> <p>2.6. Термоэлектрические датчики.</p> <p>2.7. Фотоэлектрические датчики.</p> <p>2.8. Ультразвуковые датчики.</p> <p>2.9. Электромагнитные датчики: индуктивные.</p> <p>2.10. Электромагнитные датчики: трансформаторные (взаимоиндуктивные).</p> <p>2.11. Электромагнитные датчики: индукционные.</p> <p>2.12. Электромашинные датчики: тахогенераторы.</p> <p>2.13. Электромашинные датчики: сельсины.</p>	2. Первичные преобразователи (датчики)
2	ОПК-4	Готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и под-	<p>3.1. Усилители. Общие сведения, виды, группы, основные параметры и характеристики.</p> <p>3.2. Обратные связи в усилителях.</p>	3. Усилители

		готовки кон- структорско- технологической документации	<p>4.1. Исполнительные устройства. Общие сведения (регулирующие органы, классификация исполнительных механизмов).</p> <p>4.2. Электрические исполнительные механизмы (электромагнитные).</p> <p>4.3. Электрические исполнительные механизмы (электродвигательные).</p>	4. Исполнительные устройства
3	ПК-1	Способностью выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	<p>5.1. Электромагнитные нейтральные реле.</p> <p>5.2. Контакторы и магнитные пускатели.</p>	5. Электромагнитные реле
			<p>6.1. Пневматические типовые преобразовательные устройства.</p> <p>6.2. Электропневматические преобразователи.</p> <p>6.3. Комбинированные преобразователи.</p> <p>6.4. Пневмоэлектрические преобразователи.</p> <p>6.5. Пневматические исполнительные механизмы.</p>	6. Пневматические элементы и устройства автоматики
4	ПК-6	Способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	<p>7.1. Автоматические регуляторы. Классификация, основные характеристики, виды регулирования.</p> <p>7.2. Автоматические регуляторы непрерывного действия.</p> <p>7.3. Автоматические регуляторы дискретного действия.</p>	7. Автоматические регуляторы
			<p>8.1. Классификация ПЛК как основных компонентов программно-технических комплексов.</p> <p>8.2. Функционально-конструктивная схема модульного ПЛК.</p> <p>8.3. Архитектура и общая организация модульного ПЛК.</p> <p>8.4. Понятие цикла работы ПЛК.</p> <p>8.5. Центральная память ПЛК.</p> <p>8.6. Модули ввода/вывода ПЛК.</p> <p>8.7. Устройства программирования ПЛК и программно-математическое обеспечение.</p>	8. Программируемые контроллеры
5	ПК-7	Способностью разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	<p>9.1. Общие сведения. AS-интерфейс.</p> <p>9.2. PROFIBUS.</p> <p>9.3. ETHERNET.</p> <p>9.4. HART-протокол.</p> <p>9.5. CAN-протокол.</p>	9. Средства промышленных сетей
			<p>10.1. Интерфейсы. Основные понятия и определения.</p> <p>10.2. Последовательный интерфейс RS-485.</p>	10. Интерфейсы систем автоматизации и управления

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОК-7) – основные источники научно-технической информации в области разработки и применения технических средств автоматизации (ОПК-4) – тенденции и перспективы развития устройств автоматизации и управления, а также смежных областей науки и техники проектировать устройства автоматизации и управления с учетом заданных требований (ПК-1) основные законы естественнонаучных дисциплин; основные закономерности измерений, влияние качества измерений на качество конечных результатов метрологической деятельности, методов и средств обеспечения единства измерений (ПК-6) основы построения и архитектуры микропроцессоров, средства автоматики, измерительной и вычислительной техники (ПК-7) основы построения и архитектуры микропроцессоров, средства автоматики, измерительной и вычислительной техники</p>	<p>отлично</p>	<p>Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – всестороннее систематическое знание программного материала; – правильное выполнение практических заданий, направленных на применение программного материала; – правильное применение основных положений программного материала.
	<p>хорошо</p>	<p>Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – недостаточно полное знание программного материала; – выполнение с несущественными ошибками практических заданий, направленных на применение программного материала; – применение с несущественными ошибками основных положений программного материала.
	<p>удовлетворительно</p>	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – частичное знание программного материала; – частичное выполнение практических заданий, направленных на применение программного материала; – частичное применение основных положений программного материала.
<p>Уметь: (ОК-7) – самостоятельно разбираться в нормативных документах по созданию систем автоматизации и применять их для решения поставленной задачи. (ОПК-4) – проектировать устройства автоматизации и управления с учетом заданных требований (ПК-1) выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции отрасли, эффективное оборудование; определять технологические режимы и показатели качества функционирования обо-</p>	<p>неудовлетворительно</p>	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – существенные пробелы в знании программного материала; – принципиальные ошибки при выполнении практических заданий, направленных на применение программного материала; – невозможность применения основных положений программного материала.

<p>рудования (ПК-6) проводить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматизации</p> <p>(ПК-7) проводить обоснованный выбор и комплексирование средств компьютерной графики; – разрабатывать принципиальные, структурные, функциональные, электрические схемы и проектировать типовые системы</p> <p>Владеть: (ОК-7) – готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции</p> <p>(ОПК-4) – современными программными средствами моделирования и оптимального проектирования устройств автоматизации и управления различного функционального назначения</p> <p>(ПК-1) навыками анализа технологических процессов, как объекта управления; – навыками в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний</p> <p>(ПК-6) методами разработки алгоритмов и программ на ассемблере, современными интегрированными средами разработки программного обеспечения для микроконтроллеров, проектирования систем</p> <p>(ПК-7) навыками выбора аналогов и прототипов при проектировании систем автоматизации; – навыками оформления проектной документации в соответствии с требованиями ЕСКД</p>		
--	--	--

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Технические средства автоматизации и управления направлена на формирование навыков разработки систем управления техническими системами на базе современных программно-аппаратных технических средств, обучение навыкам работы с техническими средствами, ознакомление с современными тенденциями в развитии отечественных и зарубежной техники в области автоматизации технических систем.

Изучение дисциплины предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- практические занятия,
- курсовой проект,
- самостоятельную работу,
- экзамен.

В ходе освоения разделов дисциплины Технические средства автоматизации и управления обучающиеся приобретают знания современных технических средств автоматизации для реализации систем управления техническими системами на базе типовых аппаратных и программных средств, включающих аппаратно-программные комплексы; изучение средств получения информации о состоянии объекта автоматизации; обработка, хранение и преобразование информации.

Студентам предлагается выполнить лабораторные работы по изучению датчиков технологической информации, пультового оборудования, интеллектуального реле OMRON ZEN-10C1DR-D, программируемого промышленного логического контроллера OMRON SYSMAC CPM2A.

В процессе проведения практических занятий вырабатывается умение использовать полученные знания на практике.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

К экзамену допускаются студенты, которые выполнили и оформили все лабораторные работы и практические занятия.

По итогам выполнения лабораторных работ, практических занятий и курсового проекта преподаватель оценивает уровень знаний, умений, навыков. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, сформированных по итогам изучения дисциплины, представлено в разделе 3 Приложения 1 настоящей рабочей программы. Основными оценочными средствами при проведении промежуточной аттестации являются вопросы к экзамену.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Технические средства автоматизации и управления

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: приобретение обучающимися знаний современных технических средств автоматизации для реализации систем управления техническими системами на базе типовых аппаратных и программных средств, включающих аппаратно-программные комплексы; изучение средств получения информации о состоянии объекта автоматизации; обработка, хранение и преобразование информации.

Задачей изучения дисциплины является: формирование навыков разработки систем управления техническими системами на базе современных программно-аппаратных технических средств, обучение навыкам работы с техническими средствами, ознакомление с современными тенденциями в развитии отечественных и зарубежной техники в области автоматизации технических систем

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекций – 34 часов, лабораторные работы – 17 часов, практические занятия- 17 часов, самостоятельная работа студента – 58 часов,

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Общие сведения о технических средствах автоматизации
2. Первичные преобразователи (датчики)
3. Усилители
4. Исполнительные устройства
5. Электромагнитные реле
6. Пневматические и гидравлические элементы и устройства автоматики
7. Автоматические регуляторы
8. Программируемые контроллеры
9. Средства промышленных сетей
10. Интерфейсы систем автоматизации и управления

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции:

ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию.

ОПК-4 - готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации.

ПК-1 - способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.

ПК-6 - способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления.

ПК-7 - способность разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен, КП.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «__» _____ 20__ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись) _____
(Ф.И.О.)