

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра управления в технических системах

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

« _____ » _____ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО–УПРАВЛЯЮЩИЕ
СИСТЕМЫ**

Б1.В.14

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

27.03.04 Управление в технических системах

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Управление и информатика в технических системах

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

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		3
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ		4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....		4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости		4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ		5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий		5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам		7
4.3 Лабораторные работы.....		23
4.4 Практические занятия.....		23
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....		24
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ		25
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ		26
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....		26
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ		26
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....		27
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ практических работ		27
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ		42
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ		42
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....		43
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины		47
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе		48
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....		49

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

Вид деятельности выпускника

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

Цель дисциплины

Изучение принципов построения и функционирования автоматизированных информационно-управляющих систем, изучение объектов управления, сбор и обработка информации, изучение локальных систем управления технологическими процессами.

Задачи дисциплины

Сформировать у обучающихся знания, умения и навыки подготовки технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления, построения автоматизированных информационно-управляющих систем, сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-4	Готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления	Знать: - основные принципы построения и функционирования автоматизированных информационно-управляющих систем Уметь: - выполнять проект технического обеспечения систем управления Владеть: - современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации;
ПК-5	Способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	Знать: - основные методы сбора и обработки информации, изучение локальных систем управления технологическими процессами Уметь: - получать необходимую информацию и обрабатывать ее Владеть: - навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.14 Автоматизированные информационно-управляющие системы относится к вариативной части.

Дисциплина Автоматизированные информационно-управляющие системы базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Б1.Б.12 Информационные технологии, Б1.В.09 Цифровые системы управления.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Автоматизированные информационно-управляющие системы представляет основу для изучения дисциплины

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	Трудоемкость 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	108	51	17	17	17	57	–	Зачёт
Заочная	5	–	108	15	5	5	5	89	кр	Зачёт

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (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)	51	12	51
Лекции (Лк)	17	6	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	4	17
Практические занятия (ПЗ)	17	2	17
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	57	-	57
Подготовка к лабораторным работам	19	-	33
Подготовка к практическим занятиям	19	-	33
Подготовка к зачету в течение семестра	19	-	19
III. Промежуточная аттестация зачёт	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

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 принципы построения и функционирования АИУС	18	4	2	2	10
1.1.	Отличие автоматизированных систем управления от систем автоматического управления	1,5	0,5	–	–	1
1.2.	Основные функции АИУС	1,5	0,5	–	–	1
1.3.	Функции АИУС как последовательность отдельных процессов	1,5	0,5	–	–	1
1.4.	Разновидность структур АИУС	3,5	0,5	1	1	1
1.5.	Характеристики технологического процесса как объекта контроля и управления	4	1	–	–	3
1.6.	Этапы проектирования АИУС	6	1	1	1	3
2.	Изучение объекта управления. Сбор и первичная обработка информации	32	5	6	6	15
2.1.	О методах идентификации. Идентификация промышленного объекта	5,5	0,5	3	–	2
2.2.	Идентификация ОУ по разгонной кривой и частотным характеристикам	7	1	3	–	3
2.3.	Ввод аналоговых сигналов	5,5	0,5	–	3	2
2.4.	Алгоритмы первичной обработки аналоговой информации	9	2	–	3	4
2.5.	Пересчет в технические единицы. Проверка на технологические границы	2,5	0,5	–	–	2
2.6.	Ввод и первичная обработка дискретных сигналов	2,5	0,5	–	–	2
3.	Локальные системы управления технологическими процессами	58	8	9	9	32
3.1.	Структура локальной системы управления	11,5	0,5	4,5	4,5	2
3.2.	Алгоритмы формирования управляющих воздействий	35	7	–	–	28
3.3.	Алгоритмическая структура локальной системы с цифровым устройством управления	11,5	0,5	4,5	4,5	2
	ИТОГО	108	17	17	17	57

- для заочной 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 принципы построения и функционирования АИУС	24	1,5	–	2	24
1.1.	Отличие автоматизированных систем управления от систем автоматического управления	3	0,2	–	–	2
1.2.	Основные функции АИУС	3	0,2	–	–	3
1.3.	Функции АИУС как последовательность отдельных процессов	3	0,2	–	–	3
1.4.	Разновидность структур АИУС	3	0,2	–	1	3
1.5.	Характеристики технологического процесса как объекта контроля и управления	6	0,2	–	–	7
1.6.	Этапы проектирования АИУС	7	0,5	–	1	6
2.	Изучение объекта управления. Сбор и первичная обработка информации	34	1,5	5	1	24
2.1.	О методах идентификации. Идентификация промышленного объекта	5	0,2	1	–	3
2.2.	Идентификация ОУ по разгонной кривой и частотным характеристикам	5	0,2	1	–	4
2.3.	Ввод аналоговых сигналов	8	0,2	1	1	5
2.4.	Алгоритмы первичной обработки аналоговой информации	6	0,2	1	5	4
2.5.	Пересчет в технические единицы. Проверка на технологические границы	5	0,2	–	–	4
2.6.	Ввод и первичная обработка дискретных сигналов	5	0,5	1	–	4
3.	Локальные системы управления технологическими процессами	50	2	–	3	41
3.1.	Структура локальной системы управления	4	0,2	–	2	2
3.2.	Алгоритмы формирования управляющих воздействий	43	1,6	–	–	37
3.3.	Алгоритмическая структура локальной системы с цифровым устройством управления	3	0,2	–	1	2
	ИТОГО	108	5	5	6	89

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 обучаемым, 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 принципы построения и функционирования АИУС

1.1. Отличие автоматизированных систем управления от систем автоматического управления

Первым отличительным признаком автоматизированных систем управления (АСУ) от систем автоматического управления (САУ) является наличие в контуре человека-оператора (диспетчера), а также возможность выполнения дополнительных функций благодаря использованию современных компьютерных технологий. Наглядным примером САУ может служить одноконтурная система регулирования температуры воды на выходе теплообменника, которая представлена на рисунке 1.1. Вода подогревается до нужной температуры за счет тепловой энергии горячего пара.

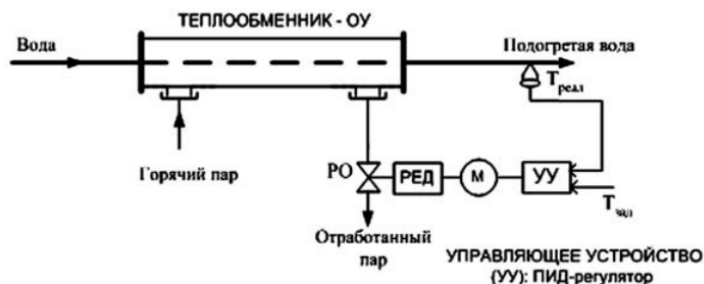


Рис. 1.1. Система автоматического управления теплообменником

Если реальная температура подогреваемой воды $T_{\text{реал}}$, измеряемая термопарой, отличается от заданной $T_{\text{зад}}$, то управляющее устройство УУ, состоящее из измерительного, регулирующего блоков и усилителя мощности, вырабатывает управляющее воздействие на мотор М с редуктором Ред, регулирующими отбор отработанного пара так, чтобы компенсировать указанную разницу. Несмотря на то что регулирование в контуре осуществляется по ПИД закону, обеспечить максимальный КПД нагрева воды в теплообменнике без дополнительных функций и устройств в рассматриваемой системе не представляется возможным.

Для этой цели рекомендуется использовать АИУС с теплообменником, функциональная структура которой показана на рисунке 1.2.

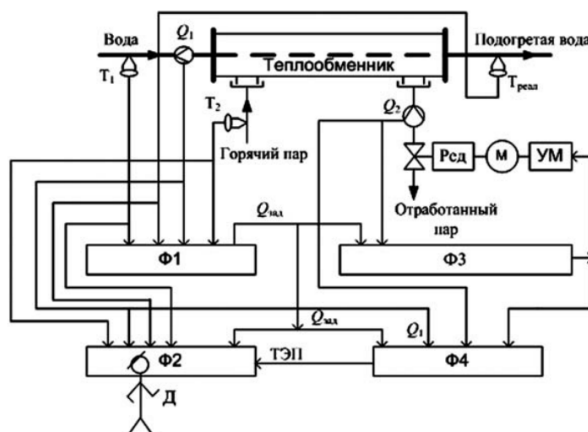


Рис. 1.2. Автоматизированная информационно-управляющая система процессом нагрева в теплообменнике

Дополнительные датчики температуры T_1 и расхода Q_1 питательной воды температуры T_2 и расхода горячего пара Q_2 позволяют при наличии устройств преобразования аналоговой информации в цифровую и обратно (на рис. 1.2 не показаны) реализовать функции: Ф1 — расчет задания $Q_{2\text{зад}}$ в соответствии с принятым критерием, учетом ситуации на объекте и использованием модели теплообменника; Ф2 — визуализация основных параметров для диспетчера (Д); Ф3 — регулирование расхода Q_2 по ПИД¹ закону с проверкой дополнительных условий; Ф4 — расчет технико-экономических параметров (ТЭП). Уже одно перечисление функций автоматизированной информационно-управляющей системы процессом нагрева в теплообменнике говорит о том, что он будет выполняться эффективнее и нагляднее по сравнению с системой автоматического управления. Для реализации дополнительных функций АИУС целесообразно использовать SCADA-систему.

1.2. Основные функции АИУС

В общепромышленных руководящих методических материалах по созданию АИУС в различных отраслях промышленности отмечается, что основными для этих систем являются информационно¹ вычислительные и управляющие функции.

К *информационно-вычислительным функциям* относятся:

- сбор, первичная обработка и хранение информации;
- косвенные измерения параметров процесса и состояния технологического оборудования;
- сигнализация состояний технологических параметров и оборудования;
- контроль и регистрация отклонений параметров технологического процесса от заданных;
- анализ срабатывания блокировок и защит технологического оборудования;
- диагностика и прогнозирование технологического процесса;
- диагностика и прогнозирование состояния комплекса технических средств;
- оперативное отображение информации и рекомендации по ведению ТП и управлению технологическим оборудованием.

К *управляющим функциям* относятся:

- одноконтурное логическое управление (выполнение блокировок, защит и т. п.);
- регулирование отдельных параметров ТП;
- каскадное регулирование;
- многосвязное регулирование;
- дискретное управление технологическими процессами и оборудованием;
- оптимальное управление установившимися и неустойчивыми режимами;
- адаптивное управление.

Дополнительные функции АИУС:

- подготовка информации для вышестоящих и смежных систем и уровней управления (регистрация простоя оборудования, причин аварии, времени ремонта и т. п.);
- расчет технико-экономических и технических показателей, например стоимости топлива

1.3. Функции АИУС как последовательность отдельных процессов

Функции АИУС выбираются из списка, в котором они сгруппированы по своему назначению, например, для контроля, управления, исследования, планирования и т. д. Любая функция представляется в виде последовательности трех процессов: ввода (сбора) данных, обработки и вывода результатов.

Процесс ввода характеризуется:

- числом и видом каналов;
- периодом или математическим ожиданием частоты опроса каналов;
- допустимым временем задержки ввода по одному каналу;
- требуемой точностью представления данных.

Процесс обработки характеризуется:

- временем использования процессора для реализации операции ввода;
- периодом или математическим ожиданием времени вызова параметров;
- объемом памяти, занимаемым программами обработки и подготовки для вывода;
- временем использования процессора для реализации вывода;
- видами обработки;
- временем обработки одного параметра, которое может быть оценено по объему памяти, занимаемому программами обработок, и производительности процессора, используемого в УВК.

Вывод обработанных данных (аналоговых, дискретных, символьных) на объект управления и оператору характеризуется:

- объемом выводимой информации;
- допустимым временем задержки информации;
- объемом памяти программ вывода;
- периодом или математическим ожиданием интервала между выводами.

Разработчики АИУС получают перечисленные характеристики в процессе изучения объекта автоматизации. Например, достаточно широкий класс производств с непрерывным и непрерывно-дискретным характером имеет следующие пределы изменения основных показателей:

- количество входных аналоговых сигналов — 150–3000;
- количество входных дискретных сигналов — 200–2000;
- количество регулирующих органов — 10–200;
- количество выходных двухпозиционных сигналов — 100–1000;
- объем информации, выдаваемой на индикацию и регистрацию, 250–1600 бит/с;
- время реакции системы на изменения состояния объекта, 0,1–10 с;
- наработка на отказ функций, реализуемых в системе, 100–10 000 ч.

1.4. Разновидность структур АИУС

1. *Функциональная структура* определяет класс целей, для достижения которых проектируется автоматизированная информационно-управляющая система. Обычно эта структура состоит из нескольких подсистем, отличающихся по своему функциональному назначению (рис. 1.2).

В частности, можно выделить следующие подсистемы:

- подсистема сбора и первичной обработки информации, предназначенная для опроса аналоговых, дискретных датчиков с обработкой и анализом информации об объекте автоматизации;
- подсистема управления и выдачи управляющих воздействий;
- подсистема формирования сводных показателей;
- подсистема регистрации и анализа производственной ситуации.

Современные компьютерные технологии позволяют объединить выполнение указанных функций благодаря SCADA-системам.

2. *Алгоритмическая структура (АС)* представляет собой совокупность алгоритмов и условий их работы. На этой структуре указываются связи, определяющие последовательность выполнения алгоритмов. К примеру, на рисунке 1.3 представлен фрагмент АС, на котором заданы условия перехода к определенному алгоритму вычисления управляющего воздействия, если сигнал рассогласования не удовлетворяет тем или иным значениям.

При проектировании сложных систем вначале составляют укрупненную алгоритмическую структуру. Такая структура для АИУС с теплообменником (рис. 1.2) представлена на рисунке 1.4. Затем разрабатывают более детализированную алгоритмическую структуру, подобную представленной на рисунке 1.5.

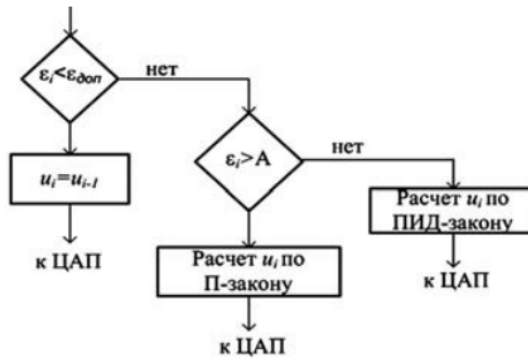


Рис. 1.3

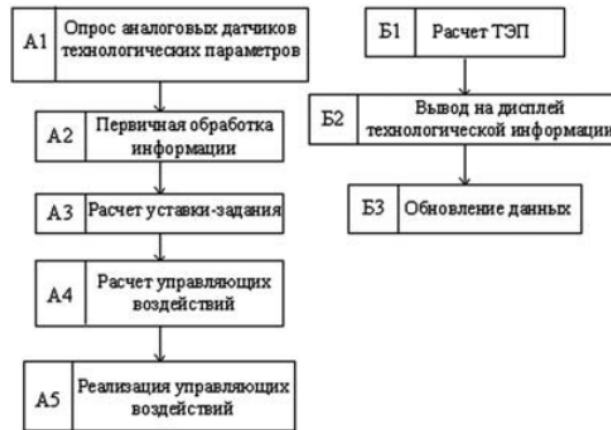


Рис. 1.4.

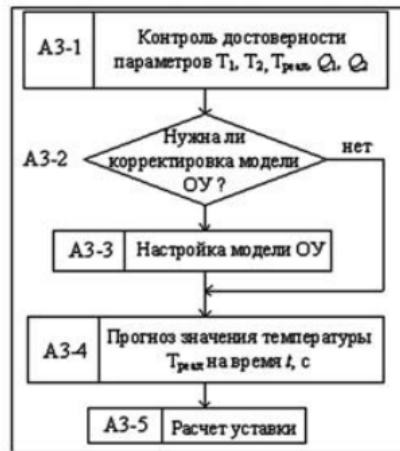


Рис. 1.5.

3. *Техническая структура* (ТС) представляет собой комплекс технических средств в виде отдельных модулей и блоков, предназначенных для реализации функций АИУС.

На технической структуре указывают связи между техническими блоками и приводят в случае необходимости поясняющий текст. ТС строится на основе распределенных систем сбора данных и управления таких, как серии ADAM (фирма «Advantech», Тайвань), MicroPC (фирма «Octagon Systems», США), серии NL и NL Ex (НИЛ АП, г. Таганрог) и др.

4. *Информационная структура* (ИС) связывает отдельные подсистемы АИУС с транспортными средствами, вспомогательными механизмами и в случае использования нестандартных блоков указывает уровни сигналов на входах и выходах этих блоков для согласования со стандартным оборудованием.

Кроме того, ИС автоматически собирает данные о значениях параметров, характеризующих ход технологических процессов, путем съема показаний с датчиков и прочих приборов. Эта информация сообщается диспетчеру и управляющей подсистеме. Вместе с тем оператор технолог может получать информацию от технологического комплекса посредством запроса из АРМ диспетчера нижнего уровня SCADA системы.

5. *Организационная структура* (ОС) представляет собой совокупность правил и инструкций, устанавливающих нормы работы персонала и комплекса технических средств по управлению технологическим оборудованием в нормальных, предаварийных и аварийных режимах.

Проблема синтеза каждой из перечисленных структур представляет собой сложную исследовательскую задачу. Прежде чем приступить к ней, необходимо изучить технологический процесс как объект контроля и управления.

1.5. Характеристики технологического процесса как объекта контроля и управления

По своему характеру ТП может быть непрерывным, периодическим (непрерывно-дискретным) и дискретным.

Непрерывный процесс — процесс, в котором конечный продукт вырабатывается непрерывно, пока подводятся сырье, энергия, катализаторы, управляющие воздействия и пр. (например, процесс нефтепереработки).

Периодический процесс — процесс, в котором в течение относительно короткого промежутка времени производится определенное, ограниченное количество конечного продукта. Сырье и полуфабрикаты вводятся регламентированными дозами в строгой последовательности, операции перемешивания и подачи энергии осуществляются в заданном порядке. После подготовки «рецептуры» получается порция конечного продукта. Примерами могут быть такие процессы, как доменный процесс выплавки чугуна, процесс получения определенного вида лекарств и т. п.

Дискретный процесс — процесс изготовления и испытания деталей, узлов и готовых изделий. Конечный продукт состоит из набора компонент, качество которых нужно контролировать так, чтобы конечный продукт — результат сборки — отвечал заданным стандартам (сборка телевизора, автомобиля и пр.).

При выборе стратегии управления в АИУС должны быть учтены характеристики ТП, а также функции, которые будут заложены в проектируемую систему. При изучении ОУ вся снимаемая с объекта информация разделяется на аналоговую и дискретную в зависимости от типов используемых датчиков.

1.6. Этапы проектирования АИУС

Процесс разработки АИУС может быть представлен в виде последовательности этапов (рис. 1.6). Наименования этапов и их краткая характеристика выглядят следующим образом.

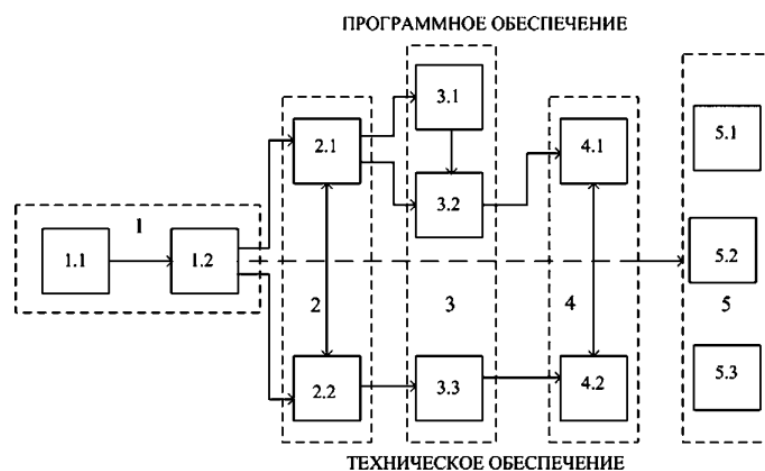


Рис. 1.6.

1. Предпроектная проработка.

1.1. Исследование и изучение объекта управления, постановка задачи на разработку АИУС.

1.2. Эскизная проработка функциональной структуры АИУС. Выбор методов решения

задач управления. Предварительное технико-экономическое обоснование.

2. Проектирование.

2.1. Техническое проектирование. Идентификация ОУ с получением числовых значений параметров модели.

Разработка логики программ, блок-схем. Разработка технической и детальной алгоритмической структур.

2.2. Рабочее проектирование. Выбор комплекса технических средств. Проектирование измерительной системы, линий связи и несерийных технических средств.

3. Реализация.

3.1. Процедуры имитации датчиков и исполнительных механизмов.

3.2. Написание и отладка программ.

3.3. Строительные работы и монтаж оборудования.

4. Стадия испытаний.

4.1. Последовательное введение функций АИУС.

4.2. Регистрация и анализ результатов испытаний.

5. Эксплуатация.

5.1. Работа системы в оперативном режиме. Оценка эффективности функционирования АИУС.

5.2. Расчет параметров надежности.

5.3. Планирование дальнейшего совершенствования системы.

На первом этапе проводятся необходимые научно-исследовательские работы (НИР), в ходе которых изучается ТП как комплекс технологических агрегатов — объектов управления, в результате чего выделяются наблюдаемые технологические переменные, управляющие воздействия, формулируются критерии управления и накладываемые в соответствии с технологическими инструкциями ограничения; формулируются основные функции разрабатываемой системы, т. е. создается ее функциональная структура. Составляется структурная схема выделенного ОУ и на основании априорных данных выполняется работа по упрощению, если это возможно, алгоритма управления путем расчленения его на алгоритмы автоматического регулирования и алгоритмы оптимизации.

Разрабатывается приближенная математическая модель ОУ. Проводится примерная оценка технико-экономической эффективности, для чего используются существующие средства и методы управления технологическим объектом, количество обслуживающего персонала и его зарплата. Материалы исследований на первом этапе отражаются в научно-технических отчетах, а окончательным результатом первого этапа является техническое задание (ТЗ) на проектирование АИУС, которое должно содержать:

- перечень функций АИУС с их краткой характеристикой;
- необходимые точность, быстродействие по каждой функции и их совокупностям;
- показатели надежности;
- режимы функционирования;
- совместимость при необходимости разрабатываемой АИУС со смежными;
- условия эксплуатации;
- метрологические характеристики измерительных каналов;
- эргономические требования по способам и форме представления информации оператору;
- требования к численности и квалификации оперативного и обслуживающего персонала АИУС.

На этапе технического проектирования завершается вся НИР, проводится параметрическая идентификация объекта, т. е. определяются неизвестные параметры его модели; формируются алгоритмическая и техническая структуры системы; разрабатываются задания на устройства и оборудование, не выпускаемые серийно; разрабатываются машинные алгоритмы, реализующие функции АИУС и моделирования технологического объекта управления. Этап заканчивается подготовкой технического проекта.

На этапе рабочего проектирования разрабатываются несерийные технические средства и оформляются на них рабочие чертежи; выполняются рабочие чертежи на строительство и сочленение технических средств с объектом; заканчивается разработка рабочих про-

грамм и составляются рабочие документы по программному обеспечению. Этап завершается выпуском рабочего проекта, содержащего все необходимые материалы для комплектации системы, изготовления несерийных технических средств, проведения монтажа и наладки системы.

Третий этап — этап реализации — включает в себя комплектацию системы, проведение строительных работ, монтаж и ее наладку. Параллельно выполняются работы по написанию и отладке программ; формируются процедуры имитации датчиков и исполнительных механизмов.

На стадии испытаний вначале идет проверка разработанных программ с имитированными датчиками и исполнительными устройствами. Затем последовательно вводятся функции АИУС с одновременной регистрацией и анализом результатов испытаний.

После чего на стадии 5 следуют испытания и сдача системы в опытно-промышленную эксплуатацию. При этом работа выполняется в оперативном режиме с тем, чтобы зафиксировать все сбои и их причины с целью устранения. Если опытно-промышленные испытания прошли успешно, следует анализ функционирования АИУС, в результате которого выполняется оценка фактической технико-экономической эффективности системы, ее надежности. Система сдается в промышленную эксплуатацию с одновременной рекомендацией по ее развитию и совершенствованию, выработкой требований к модернизации технологического процесса.

В соответствии с рисунком 1.6 работы по программному и аппаратному обеспечению на некоторых стадиях проектирования и реализации АИУС ведутся параллельно.

Нужно отметить, что если в ходе выполнения ТЗ возникают сложности и невозможность по серьезным причинам выполнить какое-либо требование, должен быть составлен протокол согласования, в который вносятся изменения, в обязательном порядке утверждаемые обеими сторонами: заказчиком и исполнителем. В противном случае на исполнителя будут наложены штрафные санкции из-за невыполнения своих обязательств.

2. Изучение объекта управления. Сбор и первичная обработка информации

2.1. О методах идентификации. Идентификация промышленного объекта

Как было отмечено, локальные системы нижнего уровня осуществляют управление как техническими объектами, например электроприводами, так и технологическими процессами такими, как нагрев, абсорбция, перегонка и ректификация, сушка и выпечка и т. п. Они состоят из объекта и устройства управления, предназначенного для формирования управляющего воздействия в соответствии с принятым законом, который будет тем сложнее, чем сложнее объект и чем выше требования к качеству его функционирования. Поэтому очень важно, прежде чем приступать к процессу автоматизации, изучить объект управления и построить его модель, используя различные методы идентификации. Модель ОУ необходимо иметь в виде математического описания, устанавливающего связь между входными и выходными переменными в форме, позволяющей выбрать или синтезировать закон управления, обеспечивающий требуемое качество функционирования объекта. Следовательно, в общем виде задача идентификации заключается в определении оператора объекта, преобразующего входные воздействия в его выходные (регулируемые или наблюдаемые) переменные.

Построение математической модели объекта может выполняться несколькими методами: аналитическими, экспериментальными и экспериментально-аналитическими по временным или частотным характеристикам.

Аналитический метод предусматривает получение математического описания объекта на основе законов физики, механики, химии и т. д. в виде систем дифференциальных уравнений, описывающих внутреннее состояние объектов и внешние возмущения. На основании указанных источников можно перечислить следующие основные этапы получения математической модели промышленного объекта аналитическим методом.

Составление и решение балансовых уравнений в малых отклонениях от номинальных режимов, скажем, по теплоте для хлебопекарной печи или барабанной сушилки, по массообмену в процессах абсорбции, материального и теплового балансов в процессах ректификации.

Получение линеаризованных уравнений путем разложения в ряд Тейлора сложных зависимостей, входящих в исходные уравнения, что обеспечивает математическое описание процессов в промышленных объектах, близкое к расчетным.

Составление структурных схем с идентификацией объекта по различным каналам набором типовых звеньев.

Экспериментальное определение параметров звеньев для конкретных условий работы промышленного объекта.

Анализируя результаты идентификации в указанных публикациях, приходим к выводу: модели рассматриваемых в них объектов представлены в основном передаточными функциями, включающими минимально фазовые звенья и звенья транспортного запаздывания.

Применение известных передаточных функций дает положительный результат, если рассматриваемый объект достаточно прост по структуре и хорошо изучен. Если же объект изучен недостаточно или же настолько сложен, что аналитическое описание его практически невозможно, прибегают к экспериментальным методам. Суть экспериментальных методов заключается в построении либо непараметрических моделей в виде переходных функций или частотных характеристик, либо параметрических моделей в виде системы дифференциальных уравнений или передаточных функций. Оценка параметров этих моделей осуществляется с использованием статистических методов таких, как метод наименьших квадратов, метод максимального правдоподобия, реализуемых в рекуррентной или нерекуррентной формах. Наиболее перспективным с точки зрения сходимости оценок относительно небольшого объема вычислений и простоты использования является рекуррентный метод наименьших квадратов, однако он применим при малых отношениях интенсивностей шума и полезного сигнала, поскольку в противном случае дает сильное смещение оценок параметров относительно их математических ожиданий.

При экспериментально-аналитическом методе априорная модель, полученная аналитическим путем, уточняется в соответствующих экспериментах с настройкой на известные частотные и переходные характеристики. В работе отмечено, что при выполнении идентификации ОУ по его экспериментальным частотным характеристикам основная трудность заключается в определении необходимой плотности точек на оси частот, которая зависит от характера полюсов и нулей неизвестной еще передаточной функции ОУ. Следовало бы еще добавить, что эффективный диапазон частот тестового гармонического сигнала на входе идентифицируемого объекта также неизвестен.

Но может быть предложен и другой подход: по результатам натурального эксперимента строится разгонная характеристика объекта, по которой аналитическим путем находится примерная модель этого объекта с последующим уточнением в ходе вычислительного эксперимента.

Многие технологические процессы имеют малую скорость изменения регулируемой переменной на начальном участке его разгонной характеристики, что способствует описанию этого участка звеном транспортного запаздывания с передаточной функцией. Поскольку это звено отражает отставание во времени на величину выходного сигнала по отношению к входному, как это бывает, например, в технологических конвейерах, использование его для идентификации ОУ на начальном участке разгонной характеристики не всегда оправдано. Во-первых, потому что не всегда корректно отражает истинный характер изменения выходной величины ОУ, во-вторых, при такой передаточной функции затруднено применение современных алгоритмов управления, с помощью которых строятся адаптивные, оптимальные и инвариантные системы. Традиционная замена звена запаздывания рядом Падэ приводит к появлению неминимально фазовых звеньев, что также не дает желаемых результатов. Более целесообразным является использование метода идентификации промышленного объекта управления по его характеристикам: временной (разгонной) и частотной.

2.2. Идентификация ОУ по разгонной кривой и частотным характеристикам

Этот метод позволяет получить передаточную функцию в виде:

$$W_{oy}(s) = \frac{K_{oy}}{(T_{oy}s + 1)(Ts + 1)^N}, \quad (2.1)$$

определив K_{oy} , постоянные времени T_{oy} , T и число N .

В соответствии с данным методом идентификации снимается зависимость выходного сигнала объекта $y(t)$ от времени, т. е. кривая разгона при входном сигнале $U_{0.1}(t)$, U_0 — допустимая величина управляющего воздействия на объект идентификации (ОИ), например значение максимального тока при нагреве замкнутого объема. Определяются y_0 и $y_{уст}$ — начальное и установившееся значения выходного сигнала $y(t)$, время окончания переходного процесса $t_{рег}$ при достижении установившегося значения $y_{уст}$ с точностью 1%. По указанным значениям рассчитываются следующие параметры передаточной функции ОИ [12]:

коэффициент передачи:

$$K_{oy} = \frac{y_{уст} - y_0}{U_0};$$

постоянная времени: $T_{oy} = 1,25(t_1 - t_2)$;

величина транспортного запаздывания

$$\tau_{oy} = 0,5(3t_{2_0} - t_{1_0}), \quad t_{2_0} = t_2 - t_0, \quad t_{1_0} = t_1 - t_0,$$

где t_0 — время, соответствующее начальному значению y_0 разгонной кривой, t_1 — момент времени, при котором $y(t_1) = 0,7(y_{уст} - y_0) + y_0$, t_2 — момент времени, при котором $y(t_2) = 0,33(y_{уст} - y_0) + y_0$.

В результате получают приближенную передаточную функцию:

$$W_{oy}(s) = \frac{K_{oy}}{(T_{oy}s + 1)} e^{-s\tau_{oy}}, \quad (2.2)$$

в которой начальный участок кривой разгона отображается звеном транспортного запаздывания неточно. С целью уточнения и получения передаточной функции вида (2.1) на объект подается гармонический сигнал $u(t) = \sin \omega t$ с частотой

$$\omega_0 \leq \pi / t_{рег}. \quad (2.3)$$

Следует заметить: при выборе частоты гармонического сигнала в соответствии с условием (2.3) затухание по амплитуде составит порядка 1 дБ (1,0655 дБ). Если же вместо условия (2.3) выбрать частоту гармонического сигнала как $\omega > \pi / t_{рег}$, то выходной сигнал из-за выхода за полосу пропускания объекта будет сильно искажен, что повлияет на результаты идентификации.

Переход от передаточной функции (2.2) к передаточной функции (2.1) возможен двумя способами, отличающимися между собой процедурами определения запаздывания по фазе φ и величины амплитуды A_y сигнала $y(t)$ после окончания переходного процесса.

2.3. Ввод аналоговых сигналов

В технических требованиях на процедуру ввода аналоговых сигналов должны быть указаны метод опроса датчиков и периодичность работы подпрограммы ввода этих сигналов. Существуют три метода опроса:

1) одноточечный: считывается один сигнал, обрабатывается в соответствии с принятыми алгоритмами, затем считывается второй сигнал и т. д.;

2) метод последовательной таблицы: считывается большое количество сигналов по последовательным адресам коммутатора, после чего сигналы обрабатываются по соответствующим этим адресам алгоритмам;

3) метод произвольной таблицы, при котором адреса располагаются произвольно с обработкой по алгоритму, соответствующему выбранному адресу.

Периодичность вызова подпрограммы ввода аналоговых сигналов также может быть реализована несколькими способами:

1) по запросу информации от другой программы;

2) через фиксированные интервалы времени, задаваемые таймером;

3) при запуске АИУС, после которого реализуется непрерывный цикл опроса датчи-

ков, причем за опросом последнего следует опрос первого.

Примем последовательный ввод информации, т. е. по методу последовательной таблицы. Блок-схема подпрограммы ввода аналоговых сигналов по этому методу представлена на рисунке 2.1, откуда следует, что запуск АЦП выполняется только после получения признака установки коммутатора в заданное состояние, а считывание кода с выхода АЦП — после получения признака об окончании преобразования.

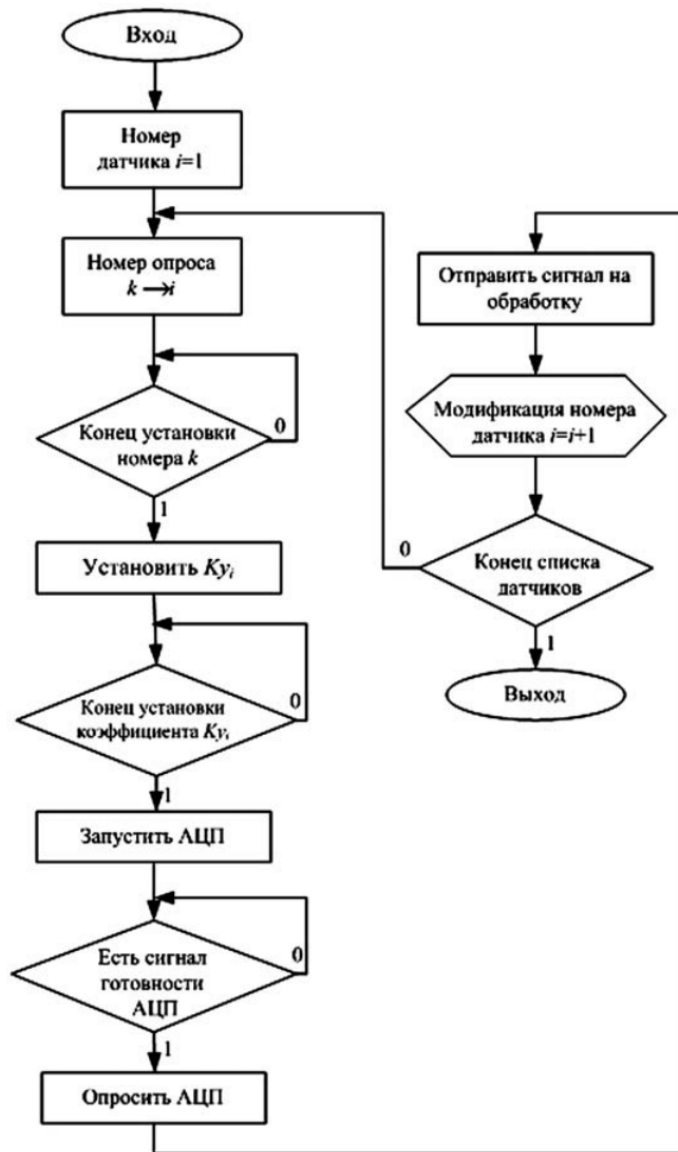


Рис. 2.1.

Если время переключения коммутатора и время преобразования в АЦП существенны, то с целью рационального использования машинного времени рекомендуется режим мультипрограммирования, при котором возможна параллельная работа нескольких программ благодаря обработке сигналов прерываний «Закончена установка коммутатора» и «Закончено преобразование АЦП».

2.4. Алгоритмы первичной обработки аналоговой информации

Структура локальной системы управления (рис. 2.2) при цифровой реализации управляющего устройства может быть представлена так, как показано на рисунке 2.4. ЛСУ или система автоматического управления состоит из цифрового управляющего устройства (ЦУУ) в виде микроконтроллера, исполнительного блока ИБ, объекта управления ОУ и датчика выходной величины ДВВ. Модуль ввода МВВ имеет в своей структуре нормализатор для преобразования при необходимости токового сигнала в напряжение, усилитель, аппаратный фильтр низких частот, АЦП.

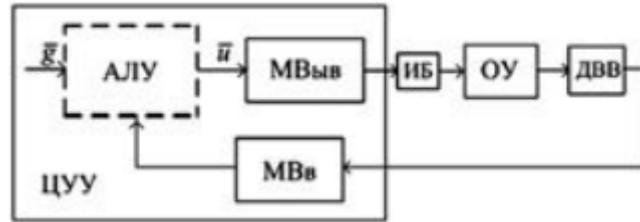


Рис. 2.2

Алгоритм управления запрограммирован в АЛУ микроконтроллера. В качестве модуля вывода МВыв может использоваться ЦАП или широтно-импульсный преобразователь (ШИП), времяимпульсный код которого поступает в исполнительный блок ИБ, через который управляющий сигнал поступает на ОУ. Сигнал главной обратной связи от датчика выходной величины (ДВВ) через модуль ввода (МВв) направляется в АЛУ микроконтроллера, сравнивается с кодом задания g , после чего в соответствии с запрограммированным алгоритмом в функции от сигнала рассогласования вырабатывается код управления u .

Поскольку контуры САУ работают без участия человека, а датчики могут иметь статические ошибки, нелинейные характеристики или зашумленный выходной сигнал, перед расчетом кода управления информацию, поступающую от датчиков объекта управления, следует проверить на достоверность и при необходимости сгладить — ослабить помехи измерения.

При измерении технологических переменных информация от датчиков поступает в аппаратуру ввода/вывода в виде унифицированных сигналов (0–10 В, 4–20 мА), сигналов от термопар, термометров сопротивления. Следовательно, реальным физическим величинам соответствуют напряжение, сила тока. В модулях ввода (рис. 2.2) эти сигналы преобразуются в двоичные коды с числом разрядов от 8 до 16. Чтобы пользователи (ЛПР, диспетчеры, операторы) могли провести анализ получаемой информации, необходимо преобразовать коды АЦП в масштаб реальных физических величин: мм, т/ч, ата, С и т. д.

Для получения корректных значений результатов опроса аналоговых датчиков применяют такие алгоритмы первичной обработки, как нормализация, пересчет в технические единицы, проверка на достоверность, сглаживание, проверка на технологические границы.

Проверка на достоверность. Благодаря ее выполнению обнаруживаются и устраняются импульсные помехи, выявляется обрыв или короткое замыкание в канале связи и формируется сообщение о нарушениях оператору¹ технологу. В зависимости от того, меняется ли технологическая переменная во времени или остается постоянной, требования по проверке будут отличаться.

2.5. Пересчет в технические единицы. Проверка на технологические границы

Пересчет в технические единицы. Для оператора-технолога важно знать реальные значения технологических переменных и результаты сравнения их с допустимыми технологическими границами. Алгоритм пересчета кодов в значения реальных технологических величин зависит от типа датчика. Для датчиков с линейными шкалами, как, например, датчиков уровня, давления, формула вычисления реальных значений измеряемых величин имеет вид (рис. 2.3а)

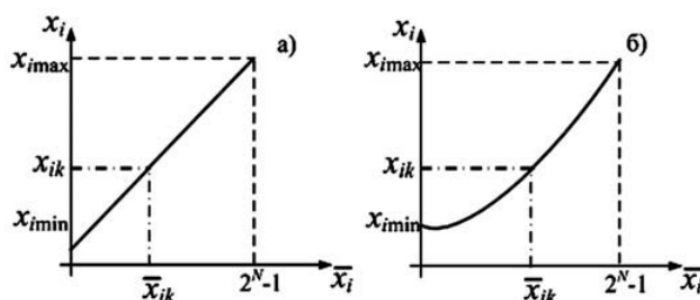


Рис. 2.3.

Проверка на технологические границы. Эта проверка является одним из основных элементов контроля хода ТП (рис. 2.4). Контроль производится путем сравнения текущего значения технологической переменной x_{ik} с заданными значениями верхней X_{Bi} и нижней X_{Ni} границ. При нарушении этих границ программа выдает признак нарушения $\gamma_{ik} = 1$, фиксирует время нарушения, сообщает оператору технологию о нарушении и посылает все данные в архив.

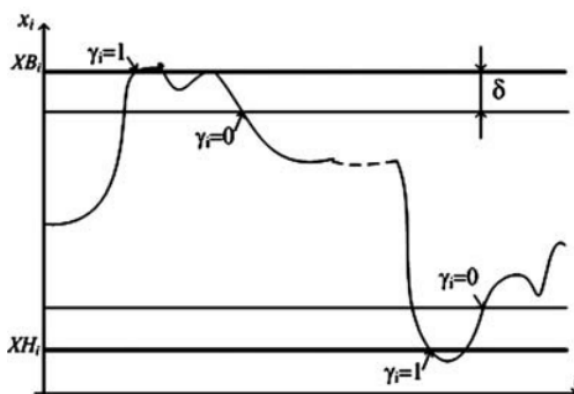


Рис. 2.4.

Чтобы предупредить повторные переключения признака γ_{ik} , когда значение технологической переменной колеблется вблизи одной из границ, вводится полоса гистерезиса δ_i , равная, например, 5% от диапазона изменения этой переменной.

2.6. Ввод и первичная обработка дискретных сигналов

Известны три вида дискретных сигналов [10].

1. Двухпозиционные — сигналы, которые отражают положение контактов переключателя. Они служат для получения информации об агрегатах и механизмах по принципу «включено — выключено». Эти сигналы используются для переключения режимов работы оборудования, а также для контроля схем релейной защиты.

2. Инициативные — сигналы от датчиков, вызывающие прерывание программы. От двухпозиционных сигналов они отличаются временной характеристикой: крутой передний фронт, малая длительность и необходимость быстрой реакции на сигнал такого датчика. Инициативные сигналы должны поступать в контроллер прерываний.

3. Числоимпульсные — сигналы от счетчиков электроэнергии, от дозаторов различных материалов, от интеграторов расходамеров.

Каждое изменение дискретного сигнала должно быть передано для дальнейшей обработки в МК. Дискретный сигнал, характеризующий состояние позиционного объекта контроля, отражает либо положение контактов переключателя, либо уровень напряжения. В первом случае для преобразования положения контактов переключателя в уровень напряжения с целью передачи их состояния в МК последовательно с контактами включается источник напряжения и резистор ограничения тока. Чтобы предотвратить разрыв в цепи, параллельно контактам датчика подключается еще один дополнительный резистор. Сигнал позиционного датчика поступает в пороговое устройство, параметры выходного сигнала которого должны соответствовать логическим сигналам МК. Для фильтрации помех в линии связи и исключения «дребезга» механических контактов на входе пороговой схемы ставится RC-фильтр с постоянной времени $T_{\phi} = 2-3$ мс. Каждый двухпозиционный сигнал изменяет состояние одного бита дискретного входа МК.

Сбор информации о состоянии дискретных датчиков осуществляется периодическим опросом порта ввода дискретных сигналов, для чего в команде опроса должен быть указан адрес этого порта. Для выяснения состояния бита, связанного с конкретным датчиком, обычно используются команды логического умножения или сдвига искомого бита в знаковый разряд слова.

Информация о текущем состоянии дискретного 2-позиционного датчика обычно

предназначена для обеспечения различных логических условий в алгоритмах контроля и управления, для отображения на экране дисплея информации о состоянии агрегатов и механизмов. Типовые операции обработки [2] позиционных сигналов заключаются в получении признаков переключения технологических агрегатов и их режимов, вычислении времени работы оборудования в различных режимах или его простоя, расчете коэффициентов использования оборудования.

К дискретным сигналам, как уже было сказано, относятся инициативные сигналы, вызывающие прерывание рабочей программы МК и переход к программе, обслуживающей это прерывание. Устройство ввода инициативных сигналов имеет блок контроля изменения состояния входных сигналов, который выдает сигнал готовности при появлении перепада в любом разряде входного регистра из «1» в «0» или наоборот. Когда этот сигнал поступает в контроллер прерывания, анализируется причина прерывания и запускается программа его обработки.

С помощью числоимпульсных датчиков вводится информация от счетчиков электроэнергии, интеграторов-расходомеров, дозаторов других источников импульсных сигналов. Устройство ввода числоимпульсных сигналов — это двоичный счетчик, содержимое которого прочитывается периодически с постоянной частотой либо по прерыванию от сигнала «переполнение», который вырабатывается при заполнении определенной части счетчика.

3. Локальные системы управления технологическими процессами

3.1. Структура локальной системы управления

На рисунке 3.1 представлена замкнутая локальная система нижнего уровня иерархической структуры управления производством. На этом рисунке введены следующие обозначения: ИБ — исполнительный блок, РО — регулирующий орган, Д — датчик управляемой переменной, ОУ — объект управления, УУ — управляющее устройство, вырабатывающее сигнал управления в соответствии с заданным или выбранным алгоритмом.

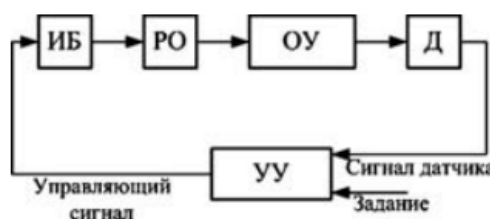


Рис. 3.1

Объект управления может быть техническим агрегатом, например станок, робот и т. п., или технологическим процессом — процесс нагрева, абсорбции, ректификации и т. д.

Как было отмечено в разделе 2, многие ТП описываются передаточными функциями вида:

$$W_{oy}(s) = \frac{K_{oy}}{T_{oy}s + 1} e^{-st_{oy}}. \quad (3.1)$$

Параметры передаточной функции (3.1), такие как коэффициент передачи объекта управления K_{oy} , постоянная времени T_{oy} и величина транспортного запаздывания t_{oy} , в большинстве случаев определяются известными методами идентификации на основе экспериментальных данных. Исполнительным блоком ИБ, реализующим сигнал управления, может быть сервопривод для перемещения РО — заслонки, вентиля, клапана или другого исполнительного механизма с целью подачи необходимого сырья, вещества, например в конвертерной выплавке стали, либо реле, контакторы для подключения электрического тока в нагревателе тренажерного стенда и т. п.

Передаточную функцию ИБ можно описать инерционным звеном первого порядка:

$$W_{\text{иб}}(s) = \frac{K_{\text{иб}}}{T_{\text{иб}}s + 1}. \quad (3.2)$$

Для измерения управляемой переменной используют датчики, состоящие из чувствительного (измерительного) элемента и преобразователя измеряемой величины в ток, напряжение и т. п. В отдельных случаях, например при погружении в агрессивные среды, датчики армируют защитной оболочкой, что сказывается на их инерционности. Поэтому, помимо указанных передаточных функций, в этих случаях необходимо учитывать и передаточную функцию датчика регулируемой величины в виде

$$W_{\text{дат}}(s) = \frac{K_{\text{дат}}}{T_{\text{дат}}s + 1}. \quad (3.3)$$

Если выполняется неравенство $T_{\text{дат}}, T_{\text{иб}} \ll T_{\text{оу}}$, то можно использовать эквивалентное инерционное звено с постоянной времени $T_{\text{л}} = T_{\text{дат}} + T_{\text{иб}}$. При этом передаточная функция разомкнутого контура системы регулирования (рис. 3.1) будет иметь вид

$$W(s) = W_{\text{уу}}(s) \cdot \frac{K_{\text{о}}}{(T_{\text{оу}}s + 1)(T_{\text{л}}s + 1)} e^{-s\tau_{\text{оу}}} \quad (3.4a)$$

или с учетом (2.1):

$$W(s) = W_{\text{уу}}(s) \cdot \frac{K_{\text{о}}}{(T_{\text{оу}}s + 1)(T_{\text{л}}s + 1)(Ts + 1)^N} \quad (3.4б)$$

при $K_{\text{о}} = K_{\text{оу}} K_{\text{иб}} K_{\text{дат}}$, $T < \tau_{\text{оу}} < T_{\text{оу}}$ или $\tau_{\text{оу}} < T < T_{\text{оу}}$.

Вид передаточной функции $W_{\text{уу}}(s)$ в (3.4) определяется алгоритмом работы управляющего устройства УУ. Со временные производственные системы широко используют программные методы управления техническими объектами и технологическими процессами с применением развитой сети контроллеров и ПК. В частности, в системах локальной автоматки применение контроллеров для целей стабилизации дает возможность использования алгоритмов управления различной сложности.

3.2. Алгоритмы формирования управляющих воздействий

При проектировании ЛСУ наибольшее распространение среди линейных законов управления получили пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД):

$$u(t) = K_{\text{пер}} \left(\varepsilon(t) + \frac{1}{T_{\text{и}}} \int_0^t \varepsilon(t) dt + T_{\text{д}} \frac{d\varepsilon(t)}{dt} \right), \quad (3.5a)$$

где $K_{\text{пер}}$, $T_{\text{и}}$, $T_{\text{д}}$ — параметры настройки. Нужно отметить, что известные методы их определения [11], [12], во-первых, громоздки, во-вторых, системы, использующие полученные этими методами параметры настройки, обладают существенным перерегулированием, что отрицательно сказывается на экономических показателях. Кроме того, указанные источники не содержат рекомендаций по расчету параметров настройки для объектов с транспортным запаздыванием (3.1). Пользуясь критерием Найквиста и желаемым запасом по фазе $\varphi_{\text{ср}}$, можно предложить следующий алгоритм определения параметров настройки закона управления (3.5a) по частотным характеристикам разомкнутой системы.

1. Записать передаточную функцию управляющего устройства $W_{\text{уу}}(s) = u(s)/\varepsilon(s)$.
2. Заменяя в $W_{\text{уу}}(s)$ s на $j\omega$, записать выражение для фазовой характеристики $\varphi(\omega)$ разомкнутой системы с передаточной функцией в виде (3.4a).
3. Приравнять полученное выражение к желаемому запасу по фазе на частоте среза

$$\varphi(\omega_{\text{ср}}) = \gamma_{\text{ср}}$$

и, решив в MatLab полученное уравнение, определить значение $\omega_{\text{ср}}$, положив предварительно на основе метода компенсаций $T_{\text{и}} = T_{\text{оу}}$, $T_{\text{д}} = 0,33\tau_{\text{оу}}$.

4. Подставив найденное значение $\omega_{\text{ср}}$ в выражение для модуля комплексного коэффициента передачи разомкнутой системы $A(\omega_{\text{ср}}) = |W(s)|_{s=j\omega_{\text{ср}}}$ и приравняв его к 1, определить

коэффициент настройки $K_{рег}$.

5. Задаваясь различными значениями запаса устойчивости по фазе $\gamma_{ср}$, можно изменять качество переходного процесса, поскольку в соответствии с п. 4 будет изменяться коэффициент настройки $K_{рег}$.

Как показано ниже в примере 3.1, система с параметрами настройки, вычисленными по предложенному частотному методу, является робастно устойчивой при изменении параметров объекта по крайней мере в пределах $\pm 20\%$ от их заданных значений.

Рассмотрим предложенный частотный метод расчета параметров регуляторов на конкретном примере.

Учитывая, что передаточная функция разомкнутого контура представленной на рисунке 3.1 системы с учетом (3.4а) и передаточной функции закона управления (3.5а)

$$W_{yy}(s) = K_{рег} \cdot \left(1 + \frac{1}{T_{и}s} + T_{д}s\right) \quad (3.5б)$$

имеет вид

$$W(s) = \frac{K_{рег} K_o (T_{и} T_{д} s^2 + T_{и} s + 1)}{T_{и} s (T_{оу} s + 1) (T_{\mu} s + 1)} e^{-s\tau_{оу}}, \quad (3.6)$$

запишем выражения для амплитудной частотной $A(\omega)$ и фазочастотной $\varphi(\omega)$ характеристик:

$$A(\omega) = \frac{K_{рег} K_o \sqrt{T_{и}^2 \omega^2 + (1 - T_{и} T_{д} \omega^2)^2}}{T_{и} \omega \sqrt{(T_{оу}^2 \omega^2 + 1)(T_{\mu}^2 \omega^2 + 1)}}, \quad (3.7)$$

$$\begin{aligned} \varphi(\omega) = & -\frac{\pi}{2} - \omega \cdot \tau_{оу} - \arctg(\omega \cdot T_{оу}) - \arctg(\omega \cdot T_{\mu}) + \\ & + \arctg \frac{T_{и} \omega}{(1 - T_{и} T_{д} \omega^2)}. \end{aligned} \quad (3.8)$$

Используя выражения (3.7) и (3.8), решим поставленную задачу. Полагая на основе метода компенсации постоянные времени регулятора

$$T_{и} = T_{оу}, \quad T_{д} = 0,33\tau_{оу}, \quad (3.9)$$

запишем выражение (3.8) в виде

$$\begin{aligned} \varphi(\omega_{ср}) = & -\frac{\pi}{2} - \omega_{ср} \cdot \tau_{оу} - \arctg(\omega_{ср} \cdot T_{оу}) - \\ & - \arctg(\omega_{ср} \cdot T_{\mu}) + \arctg \frac{T_{оу} \omega_{ср}}{(1 - T_{оу} \tau_{оу} \omega_{ср}^2)} = -\pi + \gamma_{ср} \end{aligned} \quad (3.10)$$

или

$$\begin{aligned} & -\arctg(\omega_{ср} \cdot T_{оу}) - \arctg(\omega_{ср} \cdot T_{\mu}) + \\ & + \arctg \frac{T_{оу} \omega_{ср}}{(1 - T_{оу} \tau_{оу} \omega_{ср}^2)} = -\frac{\pi}{2} + \gamma_{ср} + \omega_{ср} \cdot \tau_{оу}. \end{aligned} \quad (3.11а)$$

Выражение (3.11а) можно упростить, воспользовавшись формулой:

$$\arctg x - \arctg y = \arctg \frac{x - y}{(1 + xy)} \text{ при } xy > -1.$$

В результате получим следующее нелинейное уравнение относительно частоты среза $\omega_{ср}$:

$$\begin{aligned} \arctg \frac{-\omega_{ср} \cdot T_{\mu} + \omega_{ср}^3 (T_{оу}^2 \cdot \tau_{оу} + \tau_{оу} \cdot T_{оу} \cdot T_{\mu} - T_{\mu} \cdot T_{оу}^2)}{1 + (T_{оу}^2 - T_{оу} \tau_{оу}) \omega_{ср}^2 + T_{оу}^2 \tau_{оу} T_{\mu} \omega_{ср}^4} = \\ = -\frac{\pi}{2} + \gamma_{ср} + \omega_{ср} \cdot \tau_{оу}. \end{aligned} \quad (3.11б)$$

Найдем решение уравнения (3.11б) графическим способом (см. Приложение П.3), задавая значение $\omega_{ср}$ и используя программный пакет MatLab (рис. 3.2). Координата по оси абсцисс точки пересечения двух кривых (1 — для левой части уравнения (3.11б), 2 — для его правой части) по оси абсцисс даст значение частоты среза $\omega_{ср}$, на которой запас по фазе $\gamma_{ср}$

равен заданному.

3.3 Алгоритмическая структура локальной системы с цифровым устройством управления

В результате анализа процессов контроля и управления для одномерного объекта можно представить алгоритмическую структуру, отражающую последовательность процедур от момента опроса датчика до момента выдачи управляющего сигнала на сервопривод в виде, показанном на рисунке 3.22.

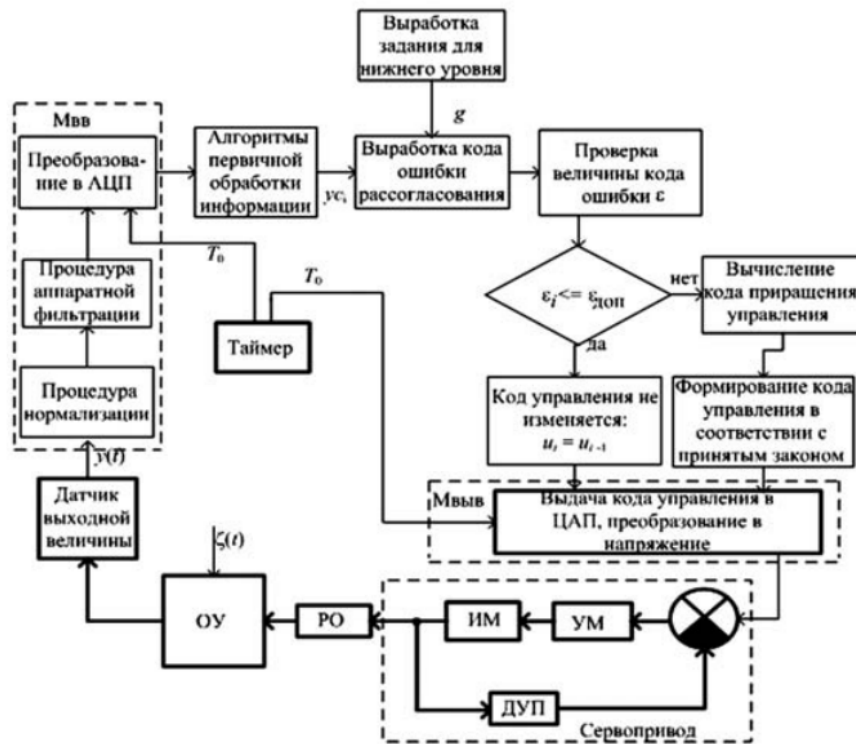


Рис. 3.22

На этом рисунке модули алгоритмической структуры подключены к технической структуре заданной части системы, выделенной жирно и состоящей из сервопривода (исполнительного механизма ИМ, усилителя мощности УМ, датчика угла поворота ДУП), регулирующего органа РО и датчика выходной координаты $y(t)$ объекта управления.

Алгоритмическая структура, модули которой предназначены для выполнения процедур первичной обработки и выработки кода управления, обозначена полужирной линией. В модуле ввода МВв решаются такие задачи, как смещение уровня сигнала датчика с помощью нормализатора в заданный диапазон измерения, устранение радиопомех и помех промышленной частоты с помощью аппаратных RC-фильтров. В контроллере реализуются алгоритмы первичной обработки: проверка на достоверность, сглаживание и т. п., а также один из упомянутых алгоритмов управления. Одновременно проверяется отклонение $\varepsilon_i = g - y_{ci-1}$, и если оно находится в допустимой зоне $\varepsilon_{доп}$, то код управления u_i не обновляется. Опрос датчика и выдача кода управления выполняются по прерыванию от таймера с шагом дискретности T_0 .

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	2, 3.	Идентификация объекта управления — процесса нагрева камеры	3	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)
2	1, 2, 3.	Разработка проекта двухуровневой АИУС на базе тренажерного стенда	6	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)
3	1, 2, 3.	Создание проекта одноуровневой АИУС на базе УПК в SCADA-системе TRACE MODE	5	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)
4	2, 3.	Организация архивирования и отчета тревог. разработка мнемосхемы проекта АИУС на базе тренажерного стенда	3	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)
Итого			17	4

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	1	Создание проекта системы мониторинга	1	–
2	1, 2.	Простейшая обработка данных	2	–
3	1, 2, 3.	Операторский интерфейс: мониторинг, управление, регулирование	2	разбор конкретных ситуаций (2 час.)
4	1, 2, 3.	Операторский интерфейс: написание программ, узлы проекта и база каналов	3	–
5	1, 2, 3.	Операторский интерфейс: подключение GSM-модема к АРМ, подключение PLC к АРМ, создание базы каналов PC-based контроллера	2	–
6	1, 2, 3.	Операторский интерфейс: разработка графических панелей для PC-based контроллера, фиксация событий, создание SQL-запроса для связи с СУБД	2	–
7	1, 2, 3.	Имитаторы: разработка программ имитаторов, встраивание их в проект	3	–
8	1, 2, 3.	Имитаторы: отладка	2	–
Итого			17	2

4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа

Для очной формы обучения учебным планом не предусмотрено.

Для заочной формы обучения предусмотрена контрольная работа

Работа посвящена системам управления технологическим процессом. Задание включает в себя следующие разделы:

Введение.

Классификация и виды АИУС.

Автоматизированная система управления технологическим процессом.

Автоматизированная система управления производством.

Требования к АСУ.

Заключение.

Список используемых источников.

Работа выполняется каждым студентом индивидуально, по вариантам.

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>ПК-4</i>	<i>ПК-5</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8
1 Общие принципы построения и функционирования АИУС	18	+	-	1	18	Лк, ПЗ, ЛР, СРС	Зачёт
2. Изучение объекта управления. Сбор и первичная обработка информации	32	-	+	1	32	Лк, ПЗ, ЛР, СРС	Зачёт
3. Локальные системы управления технологическими процессами	58	-	+	1	58	Лк, ПЗ, ЛР, СРС	Зачёт
<i>Всего часов</i>	108	18	90	2	54		

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

1 Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил. (СРС. 17 - 106 с., 153 - 205 с.)

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

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ЛР, ПЗ, кр)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил. http://e.lanbook.com/book/67468	Лк, ЛР	ЭР	1
Дополнительная литература				
2.	Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.	ПЗ	23	1
3.	Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd. http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Руководство%20пользователя%20Trace%20mode%206.2010.pdf	ПЗ	ЭР	1

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

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ http://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--plai/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

Идентификация объекта управления — процесса нагрева камеры

Цель работы: идентификация объекта — камеры нагрева с целью получения модели в виде передаточной функции с рассчитанными значениями ее параметров по экспериментальным характеристикам.

Задание: В соответствии с материалом параграфа 7.1.2 создать OPC-сервер NLog для связи аппаратных модулей с каналами узлов проекта, предварительно на инструментальной панели главного окна NLog в окне «Свойства» снять галочку на команде «Управление доступом», если она установлена. В результате выполнения в соответствии с материалом параграфа 7.1.2 процедур по созданию OPC-сервера должны быть распознаны модули NL-4RTD, NL-30ML и созданы Bit-теги Dout0, Dout1, Dout2, объединенные в группу с названием, обозначенным цифрами или английскими буквами, например «diskret». После установления связи с аппаратными модулями приступить к выполнению дальнейших пунктов задания.

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "разбор конкретных ситуаций", обучающиеся получают индивидуальные задания на идентификацию объекта управления и в течение занятия выполняют работу, пользуясь различными источниками информации.

Порядок выполнения:

Запускаем Trace Mode и создаем проект нажатием ЛКн мыши на иконку . В появившемся окне выбираем тип проекта «Настраиваемый». В результате выполненного действия в левом окне Навигатора проекта появится дерево проекта, состоящее из слоев и ответвлений (рис. 7.7). Для создания проекта по принципу «от шаблона» необходимо создать шаблоны экранов, программ и баз данных. При выполнении настоящего задания потребуются создать один шаблон экрана для размещения на нем тренда разгонной кривой и графического элемента (ГЭ) Кнопка «Пуск». С этой целью в левом окне навигатора проекта выделить левой кнопкой (ЛКн) мыши слой: Шаблоны экранов и, открывая правой кнопкой (ПКн) мыши меню, создать компонент «Экран». Затем, открывая «Параметры» в окне «Сервис» главной инструментальной панели, установить его размер и подобрать текстуру в видеобоев. В правом окне Навигатора проекта двойным щелчком ЛКн мыши на компоненте «Экран» вызвать этот элемент на редактирование.

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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.
2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

Контрольные вопросы

1. Какие методы идентификации по разгонной кривой вам известны? Их краткая характеристика. Какова размерность параметров модели ОУ?
2. Какие модули промышленной автоматики применяются в учебном лабораторном стенде? Каковы их назначение и характеристики?
3. Какова мощность используемого нагревателя?
4. Назначение OPC-сервера, процедуры его создания. Назначение программной системы NLogsc. Как открыть ее главное окно? Как создать образы устройств, подключенных к COM порту? Назначение конструктора пространства имен. Разновидности тегов и процедуры их создания.
5. Особенности создания тренда и его характеристик. Организация кнопки «Пуск».
6. Как осуществить автопостроение каналов АРМ?
7. Как представить каналы «Температура» и «Пуск» в виде «источник/приемник»?
8. Как выполнить привязку тегов проекта к тегам устройства ввода-вывода в программе NLogsc?

Лабораторная работа № 2

Разработка проекта двухуровневой АИУС на базе тренажерного стенда

Цель работы. Разработать проект 2-уровневой АИУС. При этом на нижнем уровне, используя модули промышленной автоматики, в частности на базе запрограммированного в NL-4RTD ПИД-регулятора, создать локальную систему управления температурой в камере, а с помощью преобразователя интерфейса NL-232C благодаря NLogsc установить связь с УПК и со SCADA-системой Trace Mode. На верхнем уровне, предназначенном для наблюдения за регулируемой (температурой) и контролируемой (влажностью) переменными, использовать тренд, созданный в лабораторной работе № 1.

Задание

1. По полученной при выполнении лабораторной работы № 1 передаточной функции камеры нагрева рассчитать параметры ПИД-регулятора, обеспечивающего следующие показатели процесса управления:
 - а) статическую ошибку — нулевую;
 - б) перерегулирование — не более 5%;
 - в) длительность переходного процесса не более T_{0y} — основной постоянной времени ОУ.
2. Проверить путем моделирования в пакете Simulink среды MatLab замкнутой системы регулирования температуры обеспечение заданных показателей качества процесса управления. При существенной разнице изменить запас по фазе при расчете параметров регулятора в пакете Editor среды MatLab; при небольшой разнице в показателях можно подстроить параметры в модели ОУ, добиваясь требуемых результатов.
3. В созданный в лабораторной работе № 1 тренд добавить еще одну кривую для контроля влажности;
4. При переходе к дискретному алгоритму управления в виде разностного уравнения выполнить масштабирование полученных значений параметров настройки регулятора с учетом выбранных значений шага дискретности по времени t и периода используемого широтно-импульсного преобразователя $T_{ШИМ}$ (см. параграф 7.3.3).
5. Осуществить ввод командами с консоли OPC-сервера полученных значений параметров регулятора в модуль NL-4RTD.

6. Запустить систему и сохранить результаты эксперимента, если они соответствуют требованиям, сформулированным в задании. В противном случае проверить расчеты параметров регулятора и связь каналов проекта в SCADA Trace Mode с тегами OPC-сервера. Перейти к выполнению технического задания.

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "разбор конкретных ситуаций", обучающиеся получают индивидуальные задания на проектирование двухуровневой АИУС и в течение занятия выполняют работу, пользуясь различными источниками информации.

Порядок выполнения:

Использовать экран, созданный при идентификации ОУ (лабораторная работа № 1). При желании можно изменить цвет экрана, нажав ПКн мыши на изображение «Экран#1» в правом верхнем окне навигатора и выбрав «Свойства объекта». Затем можно назначить ему имя, например «ЭКРАН НАБЛЮДЕНИЙ». С этой целью, выбрав на главной инструментальной панели проекта кнопку текста «АВС», перетянуть ее на экран и, нажав на нее ЛКн мыши, вызвать окно «Свойства объекта», при раскрытии которого задать любые цвета в свойствах «Заливка», «Текст» и «Цвет текста». Затем следует в объект «Тренд» добавить кривую «Влажность», выполняя ту же последовательность действий, что и для кривой «Температура» в лабораторной работе № 1. В результате тренд будет выглядеть так, как показано на рисунке 7.24. Буква «А» в названии кривой «Температура_А» говорит о том, что информация о температуре получается от аналогового датчика ТСМ. При этом нужно проверить привязку кривой «Температура_А», которая должна быть к тегу Vin0. Если при идентификации ОУ привязка была к Sensor0, то необходимо ее изменить. Такое изменение обусловлено тем, что на входе ПИД регулятора модуля NL-4RTD стоит АЦП и температура должна измеряться аналоговым датчиком. Влажность измеряется цифровым датчиком NL-1HTS, следовательно, кривая «Влажность» должна быть привязана в программе NLog к тегу Sensor2.

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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.

2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

Контрольные вопросы

1. Объясните переход от аналогового алгоритма ПИД-регулятора к дискретному.

2. Охарактеризуйте процедуру создания экрана «от шаблона».
3. Как для «АРМ диспетчера» назначаются необходимые аргументы, задаются их имена, тип данных, значения по умолчанию, привязки, флаги?
4. Каким аргументам назначается тип IN, а каким OUT или IN\OUT?
5. Как на экране разместить ГЭ «Тренд», как задать фон белым, сетку черным, кривым: цвет, толщину линий, интервалы выводимых значений?
6. Назначение широтно-импульсного модулятора. Как будет выглядеть сигнал на его выходе при известном коде управления изменяющемся в диапазоне $0 \leq U_{max} \leq U_{уст}$?
7. Каковы особенности создания компонентов источников/приемников для обмена по протоколу OPC?
8. Как выполняются привязки аппаратных средств ввода/вывода к каналам?
9. Чем отличаются обозначения канала, к которому привязывается какой-либо канал? от канала, с которого осуществляется привязка?
10. Почему созданная АИУС может быть отнесена к 2-уровневой?

Лабораторная работа № 3

Создание проекта одноуровневой АИУС на базе УПК в SCADA-системе TRACE MODE

Цель работы. Изучить особенности использования FBD-диаграмм SCADA-системы Trace Mode для целей управления тем же процессом нагрева камеры на базе управляющего персонального компьютера (УПК). С помощью FBD-диаграмм реализовать закон управления в виде ПИ-регулятора с параметрической корректирующей обратной связью, создавая на экране АРМ диспетчера кнопки для ввода параметров и задания в соответствующие FBD-блоки. Для отслеживания изменения технологических переменных влажности и температуры использовать созданный ранее тренд, а также стрелочный прибор.

Задание

Создать в SCADA-системе Trace Mode проект одноуровневой АИУС для контроля и управления процессом нагрева камеры рассмотренного выше учебного тренажерного стенда (см. рис. 7.1). При этом:

1) по полученной в результате идентификации ОУ (камеры нагрева) передаточной функции рассчитать параметры УУ в виде ПИ-регулятора с ПКОС (см. п. 3.3.3 подраздела 3.3), обеспечивающего следующие показатели процесса управления:

- а) статическую ошибку — нулевую;
- б) перерегулирование — не более 5%;
- в) длительность переходного процесса не более $1,3T_{0у}$;

2) проверить путем моделирования в пакете Simulink среды MatLab замкнутой системы регулирования температуры обеспечение заданных показателей качества процесса управления. При существенной разнице изменить запас по фазе при расчете параметров регулятора в пакете Editor среды MatLab; при небольшой разнице в показателях можно подстроить параметры в модели ОУ, добиваясь требуемых результатов;

3) переименовать «ЭКРАН НАБЛЮДЕНИЙ» (лабораторная работа № 2) в экран «АРМ диспетчера», на котором создать:

- а) стрелочный прибор для показания температуры;
- б) графический элемент с ползунком для задания;
- в) статические графические элементы (ГЭ) для параметров управляющего устройства;
- г) ГЭ для вывода динамического текста с целью отображения значений вводимых параметров;
- д) тренд для просмотра сигналов задания, регулируемой переменной (температуры) и контролируемой влажности;

4) пользуясь шаблоном программ, создать **FBD-программу** управления нагревателем от ПИ-регулятора с параметрической корректирующей обратной связью (п. 3.3.3 подраздела 3.3);

5) подготовить для ввода параметры управляющего устройства и ввести их с АРМ диспетчера;

- б) запустить систему и сохранить результаты эксперимента, если они соответствуют

требованиям, сформулированным в задании. В противном случае проверить расчеты параметров УУ и связь каналов проекта в SCADA Trace Mode с тегами OPC¹ сервера;

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "разбор конкретных ситуаций", обучающиеся получают индивидуальные задания на проектирование одноуровневой АИУС и в течение занятия выполняют работу, пользуясь различными источниками информации.

Порядок выполнения:

Запустить SCADA¹ систему Trace Mode и открыть проект, созданный при выполнении лабораторной работы № 2. Проверить или установить связи аппаратных модулей с каналами узлов проекта: аналогового датчика температуры с **Vin0**, влажности с **Sensor2**, нагревателя с **Dout0**. В окне «Свойства» NЛорс *снять* галочку (при ее наличии) в строке «Использовать управление доступом».

Создание экрана «АРМ диспетчера». Вверху по центру созданного ранее экрана следует поместить его название «АРМ диспетчера», удалив прошлое название «ЭКРАН НАБЛЮДЕНИЙ». Справа в верхнем углу разместить дату и часы, для чего выбрать на панели инструментов ГЭ «Календарь», переместить его на рабочий стол АРМ диспетчера, открыть свойства элемента, щелкнув на нем два раза ЛКн мыши и установить тип привязки: Текущие дата и время.

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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.

2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

Контрольные вопросы

1. Назначение OPC¹ сервера, процедуры его создания.
2. Назначение программной системы NЛорс. Как открыть ее главное окно?
3. Назначение сервера NЛорс. Как создать образы устройств, подключенных к COM порту?
4. Назначение конструктора пространства имен. Разновидности тегов и процедуры их создания.
5. Какие компоненты входят в древовидную структуру проекта в SCADA-системе Trace Mode 6? Их назначение.

6. Как создается экран по принципу «от шаблона»?
7. Особенности создания тренда и его характеристик: цвет линий, название, диапазон изменения параметров.
8. Какой компонент из структуры проекта в SCADA-системе следует вызвать для создания АРМ?
9. Как осуществить автопостроение каналов АРМ?
10. Создание статических и динамических форм отображения для ввода задания и параметров регулятора.
11. Как представить каналы «Температура» и «Управление» в виде «источник/приемник»?
12. Как выполнить привязку тегов проекта к тегам устройства ввода-вывода в программе NLogс?
13. Как организовать взаимодействие компонентов проекта в SCADA-системе?
14. Как создать шаблон FBD-программы?
15. Как проверить правильность созданной FBD-программы?

Лабораторная работа № 4

Организация архивирования и отчета тревог. разработка мнемосхемы проекта АИУС на базе тренажерного стенда

Цель работы: Создать в SCADA-системе программный модуль для архивирования результатов работы, а также отчет тревог, функционирование которого проверить, задавая допустимые границы изменения технологических переменных процесса нагрева. Вывести перечисленные данные на разработанную самостоятельно мнемосхему процесса нагрева.

Задание

1. Изучить принципы создания локального архива и отчета тревог на основе АИУС для тренажерного стенда.
2. Создать мнемосхему АИУС процесса нагрева. 3. Запустить систему на исполнение и проанализировать результаты.

Порядок выполнения:

Запустить SCADA-систему Trace Mode и вызвать проект АИУС, созданный в лабораторной работе № 3. С целью организации файлов архива и отчета тревог выделить ЛКМ мыши в слое «Система» навигатора проекта узел RTM_1 и вызвать его на редактирование. Перейдя во вкладку «Архивы», задать параметры для архивации данных в архив СПАД 1 (рис. 7.62), а во вкладке «Отчет тревог» — параметры отчета тревог (рис. 7.63).

Чтобы файлы archive.rep и alarms.txt сохранялись в папку созданного проекта, а не в каталог программы Trace Mode 6, необходимо перед именем файла добавить знак «*», как на рисунках 7.62 и 7.63.

Подключение и настройка словарей сообщений. Выполнение указанной задачи осуществляется с использованием стандартного словаря сообщений в отчете тревог для канала класса Float. С этой целью необходимо создать для узла RTM_1 новую группу — Словари_сообщений (рис. 7.64), в которой выделить компонент — словарь для FLOAT (левое окно рис. 7.65).

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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.

2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

Контрольные вопросы:

1. Как задаются параметры архивов?
2. Как формируются сообщения в отчет тревог?
3. Как указываются направления посылки сообщения?
4. Назначение редактора представления данных. Его основные компоненты.
5. Как задать настройки узла АРМ?
6. Для чего служат панели статических и динамических элементов?
7. Как задаются привязки и атрибуты при отображении на мнемосхеме отдельных элементов технологического процесса?
8. Какую функцию выполняют дополнительно созданные FBD-программы?
9. Как организовать непрерывное регулирование температуры?
10. Какие атрибуты должны быть у кнопок параметров регулятора и объекта, чтобы оператор мог изменять их значения с клавиатуры?



Практическая работа №1 Создание проекта системы мониторинга

Цель работы: получение практических навыков в создании проекта в системе **TRACE MODE 6**.

Задание: создать систему мониторинга, содержащую один узел АРМ, отображающую с помощью различных средств операторского интерфейса значения внутреннего генератора сигнала.

Практическая работа проводится в интерактивном виде "разбор конкретных ситуаций", обучающиеся получают индивидуальные задания на проектирование системы мониторинга и в течение занятия выполняют работу, пользуясь различными источниками информации.

Порядок выполнения:

Загрузим инструментальную систему двойным щелчком левой клавиши (ЛК) мыши по иконке  рабочего стола Windows и с помощью иконки  инструментальной панели создадим новый проект. При этом в открывшемся на экране диалоге выберем стиль разработки **Простой**.

После нажатия ЛК мыши на экранной кнопке **Создать**, в левом окне Навигатора проекта отобразится дерево проекта, содержащее слои **Ресурсы**, **Система** (с созданным узлом АРМ **RTM_1**), **Источники/Приемники** и **Библиотеки_компонентов**. В правом окне Навигатора проекта отобразится содержимое узла **RTM_1** – пустая группа **Каналы** и один канал класса **CALL Экран#1**, вызывающий соответствующий компонент – шаблон экрана, предназначенный для отображения с помощью графических элементов (ГЭ) средств человеко-машинного интерфейса на узле **RTM_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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.

2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

Практическая работа №2
Простейшая обработка данных

Цель работы: получение практических навыков в обработке данных в системе **TRACE MODE 6**.

Задание: доработать графический экран, создать программу на языке Техно ST, осуществить связь по протоколу DDE.

Практическая работа проводится в интерактивном виде "разбор конкретных ситуаций", обучающиеся получают индивидуальные задания на обработку данных и в течение занятия выполняют работу, пользуясь различными источниками информации.

Порядок выполнения:

С помощью нового компонента проекта – шаблона программы свяжем два имеющихся канала операцией сложения. Будем суммировать реальные значения каналов **Параметр** и **Управление**, а результат помещать во вновь созданный аргумент экрана **Сумма** (с отображением на ГЭ Текст и Тренд) без создания дополнительного канала в узле проекта.

Доработка графического экрана

– Скопируем два первых ГЭ – «Значение параметра» и «текст» и разместим их ниже ГЭ Кнопка;

– изменим статический текст первого ГЭ на **Сумма**:

– динамику второго ГЭ привяжем к новому - третьему аргументу шаблона экрана типа **IN** с именем **Сумма**, который создадим в процессе привязки:

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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.

2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

Практическая работа №3

Операторский интерфейс: мониторинг, управление, регулирование

Цель работы: получение практических навыков в создании операторского интерфейса в системе **TRACE MODE 6**.

Задание: создать операторский интерфейс: мониторинг, управление, регулирование.

Лабораторная работа проводится в интерактивном виде "разбор конкретных ситуаций", обучающиеся получают индивидуальные задания на разработку операторского интерфейса и в течение занятия выполняют работу, пользуясь различными источниками информации.

Порядок выполнения:

Рассматриваемый технологический процесс (ТП) ведется на трех участках: *термической обработки, хранения и дозирования*. Необходимо построить систему контроля и управления ТП с учетом имеющихся точек контроля, управления, исполнительных механизмов и аппаратных средств автоматизации.

Участок термической обработки управляется PC-based контроллером WinPAC WP-8441 (используются два входных аналоговых сигнала- 2AI и два дискретных выходных - 2DO). Технологическая задача – поддержание постоянной температуры в аппарате (технологическая установка осуществляющая длительный нагрев исходного сырья - функция регулирования). Регулирование температуры производится путем изменения расхода поступающего в аппарат теплоносителя. Аналоговые сигналы от датчиков технологических параметров через нормирующие преобразователи поступают в модуль I-8017H, установленный в первый слот контроллера WinPAC, где обрабатываются 12-ти разрядным аналого-цифровым преобразователем (АЦП) и имеют представление в «инженерных» величинах (0 – 10) В.

Примем, что для измеряемой датчиком температуры напряжение соответствуют диапазону (0 – 100) С□, а для расхода теплоносителя – (0 – 10) м3/час. Алгоритм управления – пропорционально-дифференциальный-дифференциальный (ПДД), способ управления исполнительным механизмом – широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Для реализации управления используются дискретные выходы DO0 и DO1 модуля I-8054, установленного во второй слот контроллера WinPAC. Контроллер подключен к АРМ с помощью сетевого концентратора через свой первый сетевой адаптер и имеет IP-адрес 192.168.3.30.

Используемый логический протокол обмена данными между контроллером и АРМ – I-NET. АРМ контролирует подключенные к контроллеру WinPAC технологические параметры (функция мониторинга) и задает настройки регулятора (функция управления).

Участок хранения обслуживается контроллером с традиционной архитектурой - PLC

(используются три дискретных входных сигнала - 3DI и четыре аналоговых входных - 4AI). АРМ выполняет только функцию мониторинга. PLC MITSUBISHI содержит в своем составе центральный процессор FX3U-16M (8DI, 8DO) и модули FX3U-4AD (4AI для подключения термометров сопротивления), FX2N-5A (4AI, 1AO), FX3U-ENET (сетевой коммуникационный модуль 10Base-T/100BASE-TX).

С помощью программного пакета GX IEC Developer 7.01 разработана программа управления поддержанием уровня в хранилище и организована связь с АРМ по сети. Во входных дискретных регистрах X0, X1 и X2 контроллера содержатся данные о сигналах состояния входной двери в хранилище (0 – закрыта, 1 – открыта), вентиляции (0 – не работает, 1 – работает) и пожарной сигнализации (0 – задымления нет, 1 – задымление). В двухбайтовых регистрах D0, D1, D2 и D3 содержатся данные, характеризующие такие параметры, как уровень заполнения емкости, температура, давление и влажность воздуха в хранилище. В регистре D1 содержится величина измеренной температуры, увеличенная в 10 раз, а в остальных регистрах D0, D2 и D3 контролируемые величины представлены в кодах (0 – 4095), что соответствует диапазонам (0 – 5) м для уровня, (0 – 5) атмосфер для давления и (0 – 100) % для влажности.

Контроллер MITSUBISHI подключен к АРМ по сети через имеющийся концентратор, используемый протокол обмена данными – МС-протокол (MELSEC CONNECTION) над TCP/IP, его IP-адрес 192.168.3.40, используемый для обмена порт 5551. Участок дозирования контролируется и управляется контроллером WinPAC (используется один аналоговый входной сигнал - 1AI на модуле I-8017H и один выходной дискретный - 1 DO на модуле I-8054).

По заданию, передаваемому с АРМ, производится отпуск готового продукта. Контроль отпуска ведется по показаниям расходомера - напряжение (0 – 10) В соответствует расходу (0 – 100) л/мин, а в качестве управляемого оборудования выступает дозирующий насос (включение – подача от контроллера логической «1» на модуль гальванической развязки, имеющий в качестве нагрузки пускатель насоса, отключение – логический «0»). Во время работы с участком дозирования необходимо получать задание на отпуск готового продукта из таблицы СУБД MS Access

Для документирования параметров технологического процесса по участкам термообработки и хранения должен быть подготовлен бланк – почасовая сводка по текущим и накапливаемым в архиве значениям.

В системе необходимо предусмотреть возможность работы двух пользователей – разработчика и оператора. Оператор в отличие от разработчика не должен иметь возможности вносить какие-либо изменения в структуру системы, но должен иметь возможность получать на свой мобильный телефон сообщения из отчета тревог. Настройки коммуникационного последовательного порта COM1 АРМ для подключения GSM-модема - 115200,n,8,1.

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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.

2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

Практическая работа №4

Операторский интерфейс: написание программ, узлы проекта и база каналов

Цель работы: получение практических навыков в создании операторского интерфейса в системе **TRACE MODE 6**.

Задание: написать программы, разработать узлы проекта и базу каналов, создать архив и отчет тревог.

Порядок выполнения:

Продолжая разработку проекта принятым способом, создадим шаблоны программ, реализующие управляющие функции – поддержания температуры и розлива продукта, а также вспомогательные, предназначенные для работы с дискретными сигналами. В левом окне навигатора проекта ЛК выберем слой **Шаблоны_программ**, по щелчку ПК создадим компонент Программа#1:

Выделив созданный компонент ЛК, изменим его имя на **Управление#1**, так как данная программа будет создана для загрузки в PC-based контроллер с целью поддержания заданной температуры в аппарате на участке термообработки.

Двойным щелчком ЛК на компоненте **Управление#1** откроем окно редактора шаблонов программ и, выделив ЛК пункт **Аргументы**, перейдем в табличный редактор аргументов. Создадим аргументы для данного шаблона программы исходя из задания на разработку ПДД-регулятора с управлением исполнительным механизмом методом широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы:

методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.

2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

Практическая работа №5

Операторский интерфейс: подключение GSM-модема к АРМ, подключение PLC к АРМ, создание базы каналов PC-based контроллера

Цель работы: получение практических навыков в создании операторского интерфейса в системе **TRACE MODE 6**.

Задание: подключение GSM-модема к АРМ, подключение PLC к АРМ, создание базы каналов PC-based контроллера.

Порядок выполнения:

Поскольку GSM-модем, предназначенный для рассылки оповещения о задымлении, подключен к АРМ по последовательному интерфейсу, создадим и настроим последовательный порт в АРМ. Создадим для узла **RTM_1** новую группу – **СОМ-порты** и откроем компонент **СОМ-порт#1** на редактирование.

Установим заданные по имеющемуся заданию параметры последовательного порта:

Далее откроем на редактирование узел АРМ и зададим в соответствующих полях секции **Модемы** номер телефона SIM-карты установленной в модем в международном формате, PIN-код и номер СМС-центра используемого оператора мобильной связи:

Настройку рассылки СМС осуществим позднее – после создания пользователей узла АРМ.

Подключение PLC к АРМ Создание компонентов-источников/приемников для обмена с PLC MITSUBISHI по МС-протоколу

Для обмена данными с PLC создадим в слое **Источники/Приемники** группу PLC, а в ней – подгруппу компонентов-источников/приемников **Mitsubishi_Group**.

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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.

2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

Практическая работа № 6

Операторский интерфейс: разработка графических панелей для PC-based контроллера, фиксация событий, создание SQL-запроса для связи с СУБД

Цель работы: получение практических навыков в создании операторского интерфейса в системе **TRACE MODE 6**.

Задание: разработка графических панелей для PC-based контроллера, фиксация событий, создание SQL-запроса для связи с СУБД.

Порядок выполнения:

Разработка графических панелей для PC-based контроллера

Поскольку выбранный нами контроллер WinPAC допускает использование человеко-машинного интерфейса (**ЧМИ** или **HMI**) простыми средствами (подключением дисплея/клавиатуры/мыши к имеющимся портам), покажем создание соответствующих ему компонентов в TRACE MODE. Создадим в корневой группе узла **EmbeddedRTM_2** два новых компонента – графические панели:

Переименуем их в **WinPAC_Термообработка** и **WinPAC_Дозирование** соответственно.

Откроем на редактирование первый канал класса **CALL WinPAC_Термообработка** и зададим параметры графической панели с учетом возможного разрешения экрана дисплея, подключенного к контроллеру (максимум 800x600), и тем, что строка главного меню окна исполнительного модуля МикроTRACE MODE и статусная строка операционной системы MS Windows CE не могут быть скрыты:

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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.

2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

Практическая работа №7

Имитаторы: разработка программ имитаторов, встраивание их в проект

Цель работы: получение практических навыков в создании имитаторов в системе **TRACE MODE 6**.

Задание: разработка программ имитаторов, встраивание их в проект.

Порядок выполнения:

Рассмотренные в первых главах примеры опирались на вполне конкретные аппаратные средства, однако не все читатели располагают таковыми. Для проверки работоспособности созданного проекта прибегнем к *имитации* как технологического объекта на участке термообработки, так и сигналов, передаваемых от PLC участка хранения, и расходомером готового продукта участка дозирования.

Предварительно произведем ряд подготовительных операций. Загрузим в интегрированную среду разработки проект **QS_Lesson_2.prj** и, открыв слой **Источники/Приемники**, с помощью клавиши **Del** удалим группы **PLC** и **PC-based контроллеры**. Тем самым удалим привязки для каналов, непосредственно взаимодействующих с аппаратурой ввода/вывода. В группе **Участок_Хранения** узла **АРМ RTM_1** выделим канал класса **CALL Распаковка#3** и, открыв его свойства, во вкладке **Аргументы** уберем привязки аргументов к атрибутам каналов следующим образом:

На практике столь радикальный подход может и не применяться, особенно в тех случаях, когда при проведении отладки выполненного проекта (одного из узлов) по тем или иным причинам нет аппаратных средств, реализующих каналы ввода/вывода, но при этом вполне уместна их замена либо источником-генератором сигнала, либо имеющимся в распоряжении другим аппаратным средством. В подобной ситуации наиболее рационально прибегнуть к двойной привязке источников с указанием перед проведением процедуры сохранения проекта для MPV глубины отслеживания источников в настройках ИС:

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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.

2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

Практическая работа №8

Имитаторы: отладка

Цель работы: получение практических навыков в создании имитаторов в системе **TRACE MODE 6**.

Задание: настройка сетевых протоколов, подготовка папки проекта к отладке, проведение отладки

Порядок выполнения:

Отладку многоузлового проекта *без использования аппаратных средств ввода/вывода* можно проводить следующим образом:

- для текущего проекта в **Настройках ИС** в пункте **Уровень сложности** указать **Комплексный** – в дереве проекта кроме прочих откроется слой **Технология**;
- последовательно с помощью механизма **drag'n'drop** перетащить все *содержимое* узлов проекта в слой **Технология**;
- создать в слое **Система** новый узел, например, **RTM_Common**;
- перетащить с помощью механизма **drag'n'drop** слой **Технология** во вновь созданный узел **RTM_Common**;
- в **Настройках ИС** в пункте **Сохранить для MPB** глубину отслеживания источников задать как **Игнорировать привязку**;
- выполнить для данного узла команду **Сохранить для MPB** из контекстного меню;
- запустить узел **RTM_Common** на исполнение, для просмотра атрибутов каналов использовать встроенные возможности отладчиков с поддержкой/без поддержки графических экранов;
- после проведения отладки и внесения необходимых изменений, производимых в «реальных» узлах проекта, узел **RTM_Common** можно удалить.

В рассматриваемом нами случае для запуска проекта в демо-режиме необходимо иметь два компьютера с установленной на них **ОС MS Windows**, объединенных в сеть с установленным и настроенным протоколом **TCP/IP**.

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. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA- системы Trace Mode: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 336 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Толубаев В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы: методические указания к выполнению практических работ – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 182 с.

2. Руководство пользователя Trace mode 6 & T-Factory softlogic SCADA/HMI MES EAM HRM Интегрированная платформа для управления производством. Быстрый старт. Издание восьмое (к релизу 6.07), Москва, 2010, AdAstra Research Group, Ltd.

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

1. SCADA-система TRACE MODE (свободно распространяемое ПО)

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 1-8
ЛР	Дисплейные классы	Персональные компьютеры	ЛР 1-4
ПЗ	Дисплейные классы	Персональные компьютеры	ПЗ 1-8
СР	ЧЗЗ	—	—

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

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-4	готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления	1. Общие принципы построения и функционирования АИУС	1.1. Отличие автоматизированных систем управления от систем автоматического управления	Вопросы к зачету 1.1 - 1.11
			1.2. Основные функции АИУС	Вопросы к зачету 1.1 - 1.11
			1.3. Функции АИУС как последовательность отдельных процессов	Вопросы к зачету 1.1 - 1.11
			1.4. Разновидность структур АИУС	Вопросы к зачету 1.1 - 1.11
			1.5. Характеристики технологического процесса как объекта контроля и управления	Вопросы к зачету 1.1 - 1.11
			1.6. Этапы проектирования АИУС	Вопросы к зачету 1.1 - 1.11
ПК-5	способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	2. Изучение объекта управления. Сбор и первичная обработка информации	2.1. О методах идентификации. Идентификация промышленного объекта	Вопросы к зачету 2.1 - 2.7
			2.2. Идентификация ОУ по разгонной кривой и частотным характеристикам	Вопросы к зачету 2.1 - 2.7
			2.3. Ввод аналоговых сигналов	Вопросы к зачету 2.1 - 2.7
			2.4. Алгоритмы первичной обработки аналоговой информации	Вопросы к зачету 2.1 - 2.7
			2.5. Пересчет в технические единицы. Проверка на технологические границы	Вопросы к зачету 2.1 - 2.7
			2.6. Ввод и первичная обработка дискретных сигналов	Вопросы к зачету 2.1 - 2.7
			3. Локальные системы управления технологическими процессами	3.1. Структура локальной системы управления
		3.2. Алгоритмы формирования управляющих воздействий		Вопросы к зачету 3.1 - 2.10
		3.3. Алгоритмическая структура локальной системы с цифровым устройством управления		Вопросы к зачету 3.1 - 2.10

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ПК-4	Готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления	<p>1.1. Информационно-вычислительные функции АИУС</p> <p>1.2. Управляющие функции АИУС</p> <p>1.3. Чем характеризуется процесс ввода данных?</p> <p>1.4. Чем характеризуется вывод обработанных данных?</p> <p>1.5. Функциональная структура АИУС</p> <p>1.6. Алгоритмическая структура АИУС</p> <p>1.7. Техническая структура АИУС</p> <p>1.8. Информационная структура АИУС</p> <p>1.9. Организационная структура АИУС</p> <p>1.10. Характеристики технологического процесса как объекта контроля и управления</p> <p>1.11. Этапы проектирования АИУС</p>	1. Общие принципы построения и функционирования АИУС
2	ПК-5	Способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	<p>2.1. Аналитический метод построения математической модели объекта</p> <p>2.2. Экспериментальный метод построения математической модели объекта</p> <p>2.3. Экспериментально-аналитический метод построения математической модели объекта</p> <p>2.4. Одноточечный метод опроса датчиков</p> <p>2.5. Опрос датчиков методом последовательной таблицы</p> <p>2.6. Опрос датчиков методом произвольной таблицы</p> <p>2.7. Виды дискретных сигналов</p> <p>3.1. Структура локальной системы управления</p> <p>3.2. ПИД закон управления</p> <p>3.3. Частотный метод расчета параметров настройки регулятора</p> <p>3.4. Метод параметрической корректирующей обратной связи</p> <p>3.5. Алгоритм редуцированного управления</p> <p>3.6. Алгоритм нечеткого регулирования</p> <p>3.7. Адаптивное управление</p> <p>3.8. Релейное управление</p> <p>3.9. Формирование кода управления в соответствии с принятым законом</p> <p>3.10. Алгоритмическая структура локальной системы с цифровым устройством управления</p>	<p>2. Изучение объекта управления. Сбор и первичная обработка информации</p> <p>3. Локальные системы управления технологическими процессами</p>

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать ПК-4: – основные принципы построения и функционирования автоматизированных информационно-управляющих систем ПК-5: – основные методы сбора и обработки информации, изучение локальных систем управления технологическими процессами</p> <p>Уметь: ПК-4: – выполнять проект технического обеспечения систем управления. ПК-5: – получать необходимую информацию и обрабатывать ее</p> <p>Владеть: ПК-4: – современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации ПК-5: – навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления</p>	отлично	<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.
	хорошо	<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.
	удовлетворительно	<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.
	неудовлетворительно	<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.

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

Дисциплина Автоматизированные информационно-управляющие системы направлена на изучение принципов построения и функционирования автоматизированных информационно-управляющих систем, изучение объектов управления, сбор и обработку информации, изучение локальных систем управления технологическими процессами, ознакомление с технико-экономическим обоснованием проектов создания систем и средств автоматизации и управления, с построением автоматизированных информационно-управляющих систем, с сбором и анализом исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.

Изучение дисциплины предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- практические занятия,
- самостоятельную работу,
- зачет.

В ходе освоения раздела 1 «Общие принципы построения и функционирования АИУС» обучающиеся должны знать общие вопросы построения и функционирования автоматизированных информационно-управляющих систем.

В ходе освоения раздела 2 «Изучение объекта управления. Сбор и первичная обработка информации» обучающиеся должны знать нижний уровень иерархии — локальные системы управления технологическим процессом, идентификацию объекта управления, сбор и первичную обработку информации

В ходе освоения раздела 3 «Локальные системы управления технологическими процессами» обучающиеся должны знать синтез алгоритма управления.

Студентам предлагается выполнить лабораторные работы по идентификации процесса нагрева, управлению им в соответствии с выбранным алгоритмом регулятора, разработке автоматизированного рабочего места студента-диспетчера с размещением на нем тренда регулируемых и контролируемых переменных, а также мнемосхемы технологического процесса и отчета тревог.

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

По итогам выполнения лабораторных работ и практических занятий 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 зачету.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Автоматизированные информационно-управляющие системы

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: изучение принципов построения и функционирования автоматизированных информационно-управляющих систем, изучение объектов управления, сбор и обработка информации, изучение локальных систем управления технологическими процессами.

Задачей изучения дисциплины является: формирование у обучающихся знания, умения и навыков подготовки технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления, построения автоматизированных информационно-управляющих систем, сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекций – 17 часов, лабораторные работы – 17 часов, практические занятия- 17 часов, самостоятельная работа студента – 57 часов,

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Общие принципы построения и функционирования АИУС
2. Изучение объекта управления. Сбор и первичная обработка информации
3. Локальные системы управления технологическими процессами

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции:

ПК-4 - готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления.

ПК-5 - способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет

*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.)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-4	Готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления	1. Общие принципы построения и функционирования АИУС	1.1. Отличие автоматизированных систем управления от систем автоматического управления	
			1.2. Основные функции АИУС	
			1.3. Функции АИУС как последовательность отдельных процессов	
			1.4. Разновидность структур АИУС	Отчеты ЛР и ПЗ
			1.5. Характеристики технологического процесса как объекта контроля и управления	
			1.6. Этапы проектирования АИУС	Отчеты ЛР и ПЗ
ПК-5	Способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	2. Изучение объекта управления. Сбор и первичная обработка информации	2.1. О методах идентификации. Идентификация промышленного объекта	Отчеты ЛР
			2.2. Идентификация ОУ по разгонной кривой и частотным характеристикам	Отчеты ЛР
			2.3. Ввод аналоговых сигналов	Отчеты ПЗ
			2.4. Алгоритмы первичной обработки аналоговой информации	Отчеты ПЗ
			2.5. Пересчет в технические единицы. Проверка на технологические границы	
			2.6. Ввод и первичная обработка дискретных сигналов	
		3. Локальные системы управления технологическими процессами	3.1. Структура локальной системы управления	Отчеты ЛР и ПЗ
			3.2. Алгоритмы формирования управляющих воздействий	
			3.3. Алгоритмическая структура локальной системы с цифровым устройством управления	Отчеты ЛР и ПЗ

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать ПК-4: – основные принципы построения и функционирования автоматизированных информационно-управляющих систем ПК-5: – основные методы сбора и обработки информации, изучение локальных систем управления технологическими процессами</p>	<p>зачтено</p>	<p>Оценка «зачтено» выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – всестороннее систематическое знание программного материала; – правильное выполнение лабораторных работ, направленных на применение программного материала; – правильное применение основных положений программного материала.
<p>Уметь: ПК-4: – выполнять проект технического обеспечения систем управления. ПК-5: – получать необходимую информацию и обрабатывать ее</p> <p>Владеть: ПК-4: – современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации ПК-5: – навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления</p>	<p>не зачтено</p>	<p>Оценка «не зачтено» выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – существенные пробелы в знании программного материала; – принципиальные ошибки при выполнении лабораторных работ, направленных на применение программного материала; – невозможность применения основных положений программного материала.

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах от «20» октября 2015 г. № 1171

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «04» 12.2015 г. № 768, заочной формы обучения от «04» 12.2015 г. № 768.

Программу составил:

Толубаев В.Н. доцент кафедры УТС _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры УТС
от 28 декабря 2018 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой УТС _____

Игнатьев И.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____

Игнатьев И.В.

Директор библиотеки _____

Сотник Т.Ф.

Рабочая программа одобрена методической комиссией ФЭиА факультета
от 28 декабря 2018 г, протокол № 5

Председатель методической комиссии факультета _____

Ульянов А.Д.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____

Нежевец Г.П.

Регистрационный № _____