

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра управления в технических системах



СВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

*Лукоф.* Е.И. Луковникова

«29» мая 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И  
ПРОИЗВОДСТВ**

**Б1.В.19**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**27.03.04 Управление в технических системах**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Управление и информатика в технических системах**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

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

<b>СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ</b>		<b>Стр.</b>
<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>		<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>		<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>		<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....		4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....		5
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>		<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....		5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....		8
4.3 Лабораторные работы.....		20
4.4 Семинары / практические занятия.....		20
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....		20
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>		<b>22</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>		<b>23</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>		<b>23</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>		<b>23</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>		<b>24</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ практических работ .....		24
9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта .....		42
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>		<b>43</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>		<b>43</b>
<b>Приложение 1.Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>		<b>44</b>
<b>Приложение 2.Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>		<b>48</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>		<b>49</b>
<b>Приложение 4.Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....</b>		<b>50</b>

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

## Вид деятельности выпускника

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

## Цель дисциплины

Формирование у обучающихся знаний основных приемов сбора, обработки и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.

## Задачи дисциплины

Сформировать у обучающихся знания, умения, навыки необходимые для самостоятельного решения теоретических и прикладных задач автоматизации и управления технологическими процессами и производствами.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Принципы выбора средств автоматизации и правления,</li> <li>-Последние достижения науки и техники в области автоматизации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Самостоятельно принимать решения,</li> <li>- Использовать полученные знания на практике.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Достаточным уровнем понимания материала, и способностью выявлять сущность проблем,</li> <li>-Способностью к самоорганизации и самообразованию</li> </ul>
ОПК-5	способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные приемы обработки данных,</li> <li>-Способы представления экспериментальных данных.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Достаточным уровнем понимания материала,</li> <li>-Способностью самостоятельно применять знания на практике.</li> </ul>
ПК-5	способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные методы и способы сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления,</li> </ul>

		<p><b>Уметь:</b> -Осуществлять параметрический синтез систем автоматизации и управления.</p> <p><b>Владеть:</b> - Достаточным уровнем знаний для сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.</p>
--	--	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.19 Автоматизация технологических процессов и производств относится к вариативной части.

Дисциплина Автоматизация технологических процессов и производств базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Теория автоматического управления, Математические модели и методы.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Автоматизация технологических процессов и производств представляет основу для подготовки к государственной итоговой аттестации

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						Курсовой проект	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
<b>Очная</b>	4	8	144	72	24	24	24	72	КП	Экзамен
<b>Заочная</b>	5	-	144	27	15	6	6	117	КП	Экзамен
<b>Заочная(ускоренное обучение)</b>	3	-	144	23	15	4	4	121	КП	Экзамен
<b>Очно-заочная</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудо- емкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, иннова- ционной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			8
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	72	10	72
Лекции (Лк)	24	2	24
Лабораторные работы (ЛР)	24	7	24
Практические занятия (ПЗ)	24	1	24
Курсовой проект	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	45	-	45
Подготовка к лабораторным работам	10	-	10
Подготовка к практическим занятиям	10	-	10
Подготовка к экзамену в течение семестра	10	-	10
Выполнение курсового проекта	15	-	15
<b>III. Промежуточная аттестация экзамен</b>	27	-	27
Общая трудоемкость дисциплины час. зач. ед.	144	-	144
	4	-	4

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо- ем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоя- тельная работа обучающихся
			лекции	лаборатор- ные работы	практичес- кие занятия	
1	2	3	4	5	6	7
<b>1.</b>	<b>Автоматизация технологических процессов и производств. Виды, функции, этапы автоматизации</b>	<b>29</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>15</b>
1.1.	Этапы автоматизации. Функции системы управления. Виды автоматизации.	8	3	-	-	5
1.2.	Объект управления. Управляемые, управляющие, возмущающие воздействия. Классификация систем автоматического управления	21	3	4	4	10
<b>2.</b>	<b>Техническое и математическое обеспечение АСУ ТП.</b>	<b>57</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>15</b>
2.1.	Техническое обеспечение АСУ ТП	17	4	2	6	5

	Структура системы автоматического управления. Элементы САУ.					
2.2.	Математическое обеспечение АСУ ТП. Типовые динамические характеристики промышленных объектов. Идентификация математических моделей объектов и систем управления.	19	4	4	6	5
2.3.	Законы регулирования. Расчет настроечных параметров регулятора. Качество регулирования.	21	4	6	6	5
<b>3.</b>	<b>Автоматизация технологических процессов на базе локальных средств.</b>	<b>31</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>15</b>
3.1.	Локальная автоматика. Мехатроника. Программируемые контроллеры. Промышленные компьютеры.	31	6	8	2	15
	<b>ИТОГО</b>	<b>117</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>45</b>

- 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
<b>1.</b>	<b>Автоматизация технологических процессов и производств. Виды, функции, этапы автоматизации</b>	<b>35</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>30</b>
1.1.	Этапы автоматизации. Функции системы управления. Виды автоматизации.	17	2	-	-	15
1.2.	Объект управления. Управляемые, управляющие, возмущающие воздействия. Классификация систем автоматического управления	18	3	-	-	15
<b>2.</b>	<b>Техническое и математическое обеспечение АСУ ТП.</b>	<b>55</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>40</b>
2.1.	Техническое обеспечение АСУ ТП Структура системы автоматического управления. Элементы САУ.	13	1	-	2	10
2.2.	Математическое обеспечение АСУ ТП. Типовые динамические характеристики промышленных объектов. Идентификация математических моделей, объектов и систем управления.	21	2	2	2	15
2.3.	Законы регулирования. Расчет настроечных параметров регулятора. Качество регулирования.	21	2	2	2	15
<b>3.</b>	<b>Автоматизация технологических процессов на базе локальных средств.</b>	<b>45</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>38</b>
3.1.	Локальная автоматика.	45	5	2	-	38

	Мехатроника. Программируемые контроллеры. Промышленные компьютеры.					
	<b>ИТОГО</b>	<b>135</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>108</b>

- для заочной формы(ускоренное обучение) 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
<b>1.</b>	<b>Автоматизация технологических процессов и производств. Виды, функции, этапы автоматизации</b>	<b>35</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>30</b>
1.1.	Этапы автоматизации. Функции системы управления. Виды автоматизации.	17	2	-	-	15
1.2.	Объект управления. Управляемые, управляющие, возмущающие воздействия. Классификация систем автоматического управления	18	3	-	-	15
<b>2.</b>	<b>Техническое и математическое обеспечение АСУ ТП.</b>	<b>52</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>40</b>
2.1.	Техническое обеспечение АСУ ТП Структура системы автоматического управления. Элементы САУ.	11	1	-	-	10
2.2.	Математическое обеспечение АСУ ТП. Типовые динамические характеристики промышленных объектов. Идентификация математических моделей, объектов и систем управления.	20	2	1	2	15
2.3.	Законы регулирования. Расчет настроечных параметров регулятора. Качество регулирования.	21	2	2	2	15
<b>3.</b>	<b>Автоматизация технологических процессов на базе локальных средств.</b>	<b>48</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>42</b>
3.1.	Локальная автоматика. Мехатроника. Программируемые контроллеры. Промышленные компьютеры.	48	5	1	-	42
	<b>ИТОГО</b>	<b>135</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>112</b>

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

### РАЗДЕЛ 1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ. ВИДЫ, ФУНКЦИИ, ЭТАПЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Вид занятий в интерактивной форме: представление слайдов.

**1.1. Автоматика** - это наука о принципах построения расчета и конструирования элементов и автоматической системы в целом.

**Элемент автоматике** - это конструктивно обособленная часть автоматической системы, выполняющая определенные функции.

Элементы автоматике подразделяют на измерительно-преобразовательные (датчики), усилительные и исполнительные.

**Системы автоматического регулирования (САР)** предназначены для поддержания параметров объекта регулирования, например система стабилизации температуры в помещении.

Более сложные задачи решают системы автоматического управления (САУ).

**Автоматическое устройство** - это устройство, выполняющее функции без непосредственного участия человека.

**Автоматизация производственных процессов** - это внедрение автоматических устройств в производство для освобождения человека от участия в потоке информации (операции контроля, регулирования, управления).

#### Этапы автоматизации

Важнейшая цель автоматизации технологических процессов — снижение трудоемкости производства, улучшение качества изделий, создание условий труда, сберегающих физические и интеллектуальные силы человека в условиях повторяющихся операций, полное исключение вредных для здоровья человека технологических операций.

Если ранее автоматика эффективно применялась в массовом производстве, то в последнее время с развитием вычислительных машин и устройств возможности автоматике резко расширились и стало возможным применять ее в любых производствах.

Это определило этапы автоматизации технологических процессов.

На первом этапе основным направлением была автоматизация цикла работы машин, создание машин-автоматов и полуавтоматов.

На втором этапе автоматизации создаются автоматизированные системы машин, автоматические линии, выполняющие разнообразные операции (обработка, контроль, сборка и т. д.).

На данном этапе для обеспечения функционирования автоматических линий создавались и достаточно широко применялись различные по сложности манипуляторы.

Развитие автоматических линий вызвало создание новых систем автоматического управления циклами и режимами работы линий и оборудования, входящего в ее состав, на базе электрических, гидравлических и пневматических автоматических устройств.

Третьим этапом является комплексная автоматизация производственных процессов — создание автоматизированных участков, цехов, заводов.

Первыми мобильными системами стали системы числового программного управления станками, машинами, обрабатывающими центрами. Применение роботов и робототехнических комплексов с системами управления на базе микропроцессоров и микро-ЭВМ позволит создать гибкие производственные системы.

Параллельно создаются и широко внедряются автоматизированные системы, управления технологическими процессами (**АСУ ТП**), позволяющие оптимизировать процессы и создавать условия повышения экономической эффективности производства.

Объединение АСУ П и АСУ ТП в единую **интегрированную систему** — одно из главных направлений автоматизации производства. Если на первом этапе ЭВМ использовалась для автоматизации подготовки программ для станков с программным управлением, то дальнейшая автоматизация связана с групповым непосредственным управлением от ЭВМ станками и другим оборудованием, применением роботов для выполнения вспомогательных



и транспортных операций, созданием автоматизированных сортировочных площадок и складов. Все это привело к созданию комплексно-автоматизированных цехов и участков. Таким образом, автоматизация технологических процессов на современном этапе предполагает широкое внедрение вычислительной техники в системах управления, которые должны решать задачи автоматизации основного технологического оборудования, вспомогательных операций с помощью роботов, контроля, анализа и управления технологическими процессами на основе математических методов и применения ЭВМ, автоматизации проектирования автоматизированных процессов и т. д.

### **Функции системы управления**

Системы автоматизации технологических процессов выполняют следующие функции:

**Контроль параметров** технологических процессов. Он может осуществляться как непосредственно аппаратов и агрегатов (местный контроль), так и со щитов операторов и диспетчеров (дистанционный контроль). Контроль выполняется как показывающими, так и регистрирующими приборами и может быть непрерывным или периодическим (контроль по вызову).

**Обработка информации.** В системах автоматизации наиболее распространенный вид обработки информации - сигнализация отклонения параметров технологического процесса от заданных значений (как предупредительная, так и аварийная). Из других методов обработки информации в системах автоматизации применяются интеграторы, а также некоторые системы с вычислительными функциями (например, схемы, предназначенные для вычисления действительных или приведенных значений расходов, построенные на серийных функциональных приборах).

**Автоматическое регулирование параметров** (стабилизация, программное регулирование, каскадное или взаимосвязанное регулирование).

**Дистанционное и автоматическое (в том числе программное) управление** машинами и агрегатами, **сигнализация их состояния.**

Обеспечение **безопасной эксплуатации технологического оборудования.** Оно осуществляется применением защитных устройств и защитных блокировок.

### **Оптимизация технологических процессов.**

Технологические процессы, как правило, оснащаются системами автоматизации при строительстве новых или реконструкции действующих промышленных предприятий как в целом, так и по отдельным сооружениям, производствам, цехам, участкам.

### **Виды автоматизации**

**Частичная автоматизация** производства, точнее - автоматизация отдельных производственных операций, осуществляется в тех случаях, когда управление процессами вследствие их сложности или скоротечности практически недоступно человеку и когда простые автоматические устройства эффективно заменяют его. Частично автоматизируется, как правило, действующее производственное оборудование. По мере совершенствования средств автоматизации и расширения сферы их применения было установлено, что частичная автоматизация наиболее эффективна тогда, когда производственное оборудование разрабатывается сразу как автоматизированное.

При частичной автоматизации автоматизирована только часть потока информации (например, управление). Остальные операции выполняет человек (регулирование, контроль).

**При комплексной автоматизации** производства участок, цех, завод, электростанция функционируют как единый взаимосвязанный автоматизированный комплекс. Комплексная автоматизация производства охватывает все основные производственные функции предприятия, хозяйства, службы; она целесообразна лишь при высококоразвитом производстве на базе совершенной технологии и прогрессивных методов управления с применением надежного производственного оборудования, действующего по заданной или самоорганизующейся программе.

**Полная автоматизация производства** - высшая ступень автоматизации, которая предусматривает передачу всех функций управления и контроля комплексно-автоматизированным производством автоматическим системам управления (Она проводится тогда, когда автоматизируемое производство рентабельно, устойчиво, его режимы практически

неизменны, а возможные отклонения заранее могут быть учтены, а также в условиях недоступных или опасных для жизни и здоровья человека.)

**1.2. Объект управления** может принадлежать как к неживой природе, в частности, быть техническим устройством (самолет, станок и т. п.), так и к живой природе. **Управление техническим объектом** состоит в выработке команд, реализация которых обеспечивает целенаправленное изменение состояния этого объекта при соблюдении заранее обусловленных требований и ограничений.

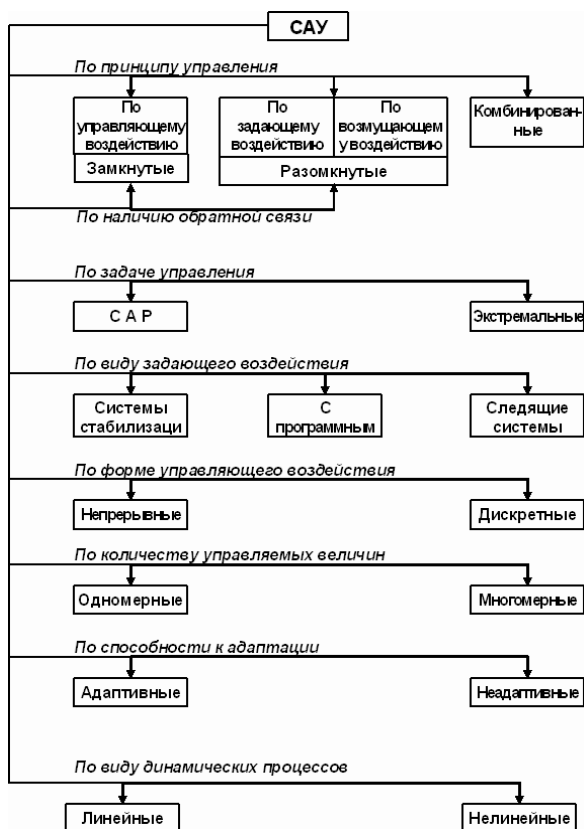
Основой управления является получение и обработка информации о состоянии объекта и внешних условиях его работы для определения воздействий, которые необходимо приложить к объекту, чтобы обеспечить достижение цели управления. Управление, осуществляемое без участия человека, называется **автоматическим управлением**. Техническое устройство, с помощью которого осуществляется автоматическое управление объектом, называется *управляющим устройством*. В соответствии с конкретным техническим выполнением управляющее устройство может также именоваться управляющим прибором, системой или комплексом. Совокупность объекта управления и управляющего устройства образует систему автоматического управления (САУ) или автоматическую систему управления.

**Функции САУ:** оптимальное регулирование, адаптация, самообучение, самоорганизация. Следовательно: в зависимости от участия человека в процессе управления различают **автоматизированные и автоматические системы управления**.

*Задающее воздействие* (Хзад) - требуемое значение регулируемой величины. *Управляющее воздействие* (m) - это группа сигналов, формируемых на выходе УУ в соответствии с алгоритмом или законом управления и в зависимости от изменений входного сигнала Хзад.

*Возмущающее воздействие* (f) – (самая многочисленная группа сигналов) это группа воздействий, как известных, так и неизвестных, контролируемых и неконтролируемых, стремящихся изменить нормальное функционирование объектов управления. *Управляемый*- выходной сигнал (Y) - группа сигналов, по отклонению которых судят о качестве работы ОУ.

### Классификация систем автоматического управления

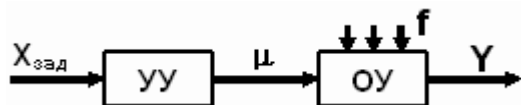


## РАЗДЕЛ 2. ТЕХНИЧЕСКОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ ТП.

### 2.1. Структура системы автоматического управления

В отношении выполняемых элементами системы функций САУ в наиболее укрупненном виде должна состоять из двух основных элементов: УО (в котором протекает подлежащий управлению процесс) и УУ (осуществляющим функции управления этим процессом).

Простейшая структурная схема системы управления:



Любой процесс управления включает в себя несколько действий. В САУ эти действия выполняются техническими устройствами.

По функциональному признаку технические средства автоматизации делятся на группы:

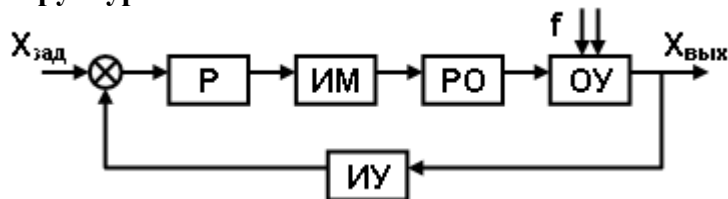
**1. Измерительные устройства (ИУ)**- устройство для получения информации, которое выдает унифицированный сигнал, соответствующий значению контролируемой физической величины (первичные преобразователи, датчики).

**2. Устройства преобразования, обработки, хранения информации** и выработки команд управления. Это центральная группа технических устройств включает анализаторы сигналов, функциональные и операционные преобразователи, логические устройства, устройства памяти, задающее устройство (создает сигнал, определяющий желаемое значение регулируемой величины), сумматоры, регуляторы

**3. Устройства использования командной информации** для воздействия на процесс – исполнительные устройства. К ним принадлежат усилители мощности командного сигнала от регулятора или управляющего комплекса и исполнительные механизмы, воздействующие на регулируемый орган объекта. (кран, клапан, задвижку).

**4. Устройства для приема, преобразования** и передачи сигнала по каналам связи- телеустройства, шифраторы, дешифраторы. Данная группа содержит приборы, обеспечивающие взаимодействие функциональных блоков первых трех групп. Во многих системах роль таких устройств выполняют провода или трубы, а перечисленные выше используют при передачи на большие расстояния (в телеуправлении) или в условиях сильных помех.

Структура САУ. Элементы САУ



ОУ-объект управления

ИУ-измерительное устройство

ЭС- элемент сравнения

Р-регулятор

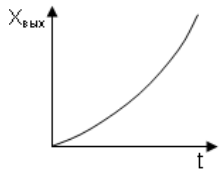
ИМ-исполнительный механизм

РО-регулирующий орган

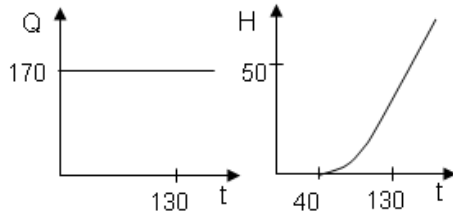
### 2.2. Математическое обеспечение АСУ ТП. Типовые динамические характеристики промышленных объектов.

Промышленные объекты, как правило, инерционные и по динамическим свойствам их можно разделить на две группы:

#### 1. Нейтральные объекты.



Примером может служить кривая изменения уровня воды в барабане парового котла высокого давления.



$t$  — время, [с].

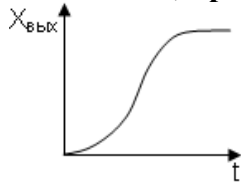
$Q$  — расход воды, [т/час].

$H$  — высота уровня воды, [мм.вод. ст.].

Возмущение осуществляется изменением подачи воды.

Объекты данной группы характеризуются различной скоростью разгона. Она равна отношению скорости изменения регулируемой величины в наиболее крутой ее части к величине возмущающего воздействия.

## 2. Объекты, представляющие собой устойчивые функционирующие системы.



Особенностью объектов второй группы является стремление их к установившемуся состоянию после возмущения.

Свойство объекта восстанавливать за счет отклонения регулируемой величины нарушенное равновесие, называется самовыравниванием.

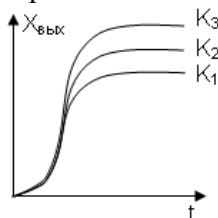
Статические свойства этих объектов характеризуется статическим коэффициентом передачи:

$$K_{об} = \frac{X_{вых}}{X_{вх}}$$

Величину обратную коэффициенту передачи называют коэффициентом

$$\rho = \frac{1}{K_{об}}$$

самовыравнивания:



Кривые разгона на рисунке характеризуются различным коэффициентом усиления.

В общем виде динамические свойства объекта можно описать передаточными функциями.

**Для объектов с самовыравниванием передаточная функция:**

$$W(p) = e^{-\tau p} \cdot \prod_{i=1}^n \frac{K_i}{T_i p + 1};$$

**без самовыравнивания:**

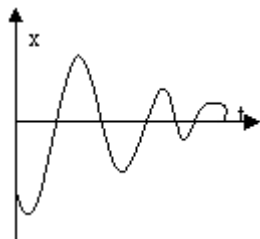
$$W(p) = e^{-\tau p} \cdot \frac{1}{p} \prod_{i=1}^n \frac{K_i}{T_i p + 1},$$

где  $n$  — показатель степени дифференциального уравнения.

$$W(p) = \frac{K e^{-\tau p}}{T p + 1} \cdot p \quad \text{— дифференцирующее звено.}$$

## Идентификация математических моделей, объектов и систем управления

PRINT



Под идентификацией математической модели физического объекта будем понимать процедуру выбора наилучшей математической модели из имеющегося множества моделей-кандидатов на основе анализа результатов наблюдений за физическим объектом.

Процесс проведения идентификации требует наличия трех обязательных компонент:

1. Результаты наблюдения за физическим объектом (данные).
2. Множество моделей-кандидатов (структура математической модели).
3. Правило оценки степени соответствия идентифицируемой модели результатам наблюдений.

### 2.3. Законы регулирования. Расчет настроечных параметров регулятора. Качество регулирования.

Зависимость регулирующего воздействия  $X_p$  регулятора от изменения отклонения регулируемой величины  $X_{об}$  объекта называется **законом регулирования**.

П-регулятор

(пропорциональный закон регулирования)

Перемещение рабочего органа пропорционально отклонению регулируемой величины от требуемого значения  $X_p = -C_1 X_{об}$  или скорость регулирования пропорциональна скорости отклонения регулируемой величины  $X'_p = -C_1 X'_{об}$ .

$C_1 = \text{const}$  — является настроечным параметром регулятора.

Регулятор, подчиняющийся этому закону — называется **статическим** с одним параметром настройки или **пропорциональным**.

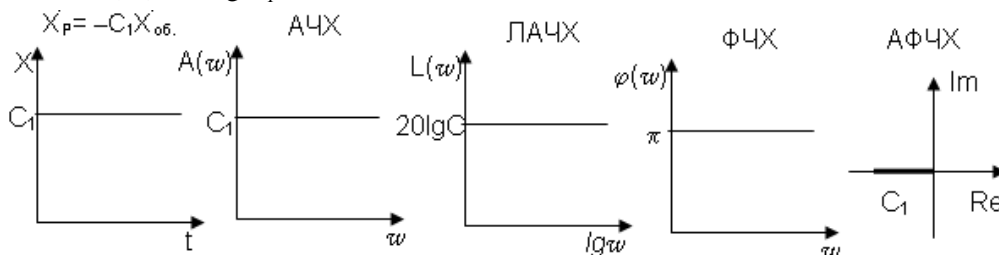
$$W(p)_П = \frac{X_p}{X_{об}} = -C_1$$

$$\text{АФЧХ} : W(j\omega) = C_1 e^{j\pi}$$

$$\text{АЧХ} : A(\omega) = C_1$$

$$\text{ФЧХ} : \varphi(\omega) = \pi$$

$$\text{ЛАЧХ} : L(W) = 20 \lg C_1$$



Статическая ошибка регулятора оценивается так:

$$\delta_{\max} = \frac{x_{об.уст. \max} - x_{об.уст. \min}}{x_{об.уст. ср}}$$

$X_{об.уст.ср}$  — среднее значение регулируемой величины (установившееся).  
 $X_{об.уст.min}$  и  $X_{об.уст.max}$  — установившееся значение регулируемой величины при max и min положении рабочего органа.

$$\Delta X_{об.уст} = X_{об.уст.max} - X_{об.уст.min}$$

**Остаточная неравномерность ( $\Delta X$ )** Она пропорциональна величине возмущающего воздействия.

Если коэффициент  $C_1$  в уравнении  $X_p = -C_1 X_{об.}$  сохраняет постоянное значение во всем диапазоне изменения  $X$ , то статическая характеристика имеет вид прямой наклонной линии, тогда отношение:

$$\frac{\Delta X_{об.уст}}{|x_{p2} - x_{p1}|} = tg \alpha$$

$$\Delta X_{об.уст} = tg \alpha (X_{p2} - X_{p1})$$

**Степень неравномерности регулятора** — отношение изменения регулируемой величины к изменению нагрузки объекта (т.е. к перемещению регулирующего органа).

$$\sigma = \frac{x}{x_p} = -\frac{1}{c_1 \text{ ПД-регулятор}}$$

(пропорционально-дифференциальный закон регулирования)

Перемещение рабочего органа пропорционально отклонению и скорости изменения регулируемой величины.

$$X_p = -(C_1 X_{об.} + C_2 X'_{об.})$$

Скорость регулирования пропорциональна скорости изменения регулируемой величины и ускорению.

$$X'_p = -(C_1 X'_{об.} + C_2 X''_{об.})$$

В операторной форме:

$$X_p = -(C_1 + C_2 p) \cdot X_{об.}$$

Регулятор, работающий по такому закону, называют статическим регулятором с предварением или ПД-регулятором.

Имеет два параметра настройки  $C_1$  и  $C_2$ .

Передаточная функция имеет вид:

$$W(p)_{нд} = X_p / X_{об.} = -(C_1 + C_2 p)$$

$$\text{АФЧХ: } W(j\omega) = -(C_1 + j\omega \cdot C_2)$$

$$\text{АЧХ: } A(\omega) = \sqrt{C_1^2 + (\omega \cdot C_2)^2}$$

$$\text{ФЧХ: } \varphi(\omega) = \pi + \arctg(\omega \cdot C_2 / C_1)$$

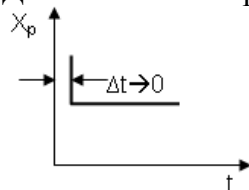
$$\text{ЛАЧХ: } L(\omega) = 20 \lg \sqrt{C_1^2 + (\omega \cdot C_2)^2}$$

Угол опережения регулятора изменяется в пределах:  $\pi < \varphi(\omega) < 3\pi / 2$

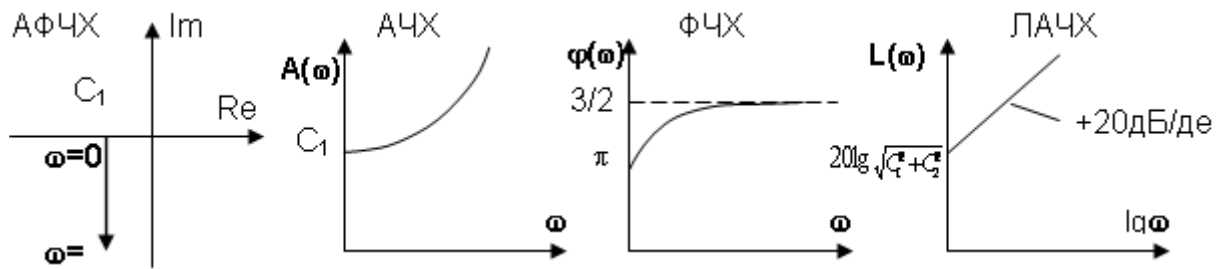
$$C_2 = T_d / \sigma = K_p \cdot T_d$$

$T_d$  — время дифференцирования.

Динамическая характеристика:



$$X_p(t) = \infty \text{ при } t = 0; X_p(t) = C_1 \text{ при } t > 0.$$



И-регулятор

(интегральный закон регулирования)

Отклонение управляющего воздействия И-регулятора пропорционально интегралу регулируемой величины:

$$X_p = -C_0 \cdot \int_0^t X_{об} dt$$

Скорость регулирования пропорциональна отклонению регулируемой величины:

$$X_p = -C_0 X_{об}$$

В операторной форме:

$$pX_p = -C_0 X_{об}$$

Передаточная функция:

$$W(p) = -C_0/p.$$

$$\text{АФЧХ: } W(j\omega) = -C_0 / j\omega = j \cdot C_0 / \omega = \frac{C_0}{\omega} \cdot e^{j \cdot \pi/2}$$

$$\text{АЧХ: } A(\omega) = C_0 / \omega$$

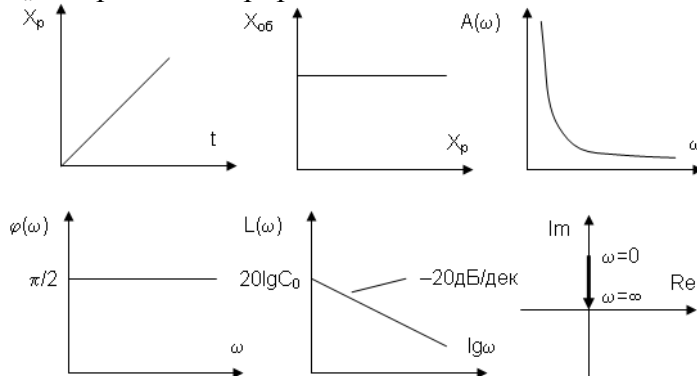
$$\text{ФЧХ: } \varphi(\omega) = \pi / 2$$

$$\text{ЛАЧХ: } L(\omega) = 20 \lg C_0 - 20 \lg \omega$$

$C_0 = K_p/T_u$  — параметр настройки регулятора.

$K_p$  — коэффициент передачи регулятора.

$T_u$  — время интегрирования.



ПИ-регулятор

(пропорционально-интегральный закон регулирования)

Перемещение рабочего органа пропорционально сумме отклонения и интеграла от отклонения регулируемой величины.

$$X_p = -(C_0 \cdot \int_0^t X_{об} dt + C_1 \cdot X_{об})$$

Скорость регулирования пропорциональна отклонению регулируемой величины и ее производной.

$$X' = -(C_0 \cdot X_{об} + C_1' \cdot X_{об}')$$

В операторной форме:

$$p \cdot X_p = -(C_0 + C_1 \cdot p) \cdot X_{об}$$

$$C_0 = K_p/T_u, C_1 = K_p$$

$C_0, C_1$  — настроечные параметры ПИ-

$$W(p)_{ПИ} = -\left(\frac{C_0}{p} + C_1\right)$$

В показательной форме :

$$W(j\omega) = \sqrt{\left(\frac{C_0}{\omega}\right)^2 + C_1^2} \cdot e^{j\left(\frac{\pi}{2} + \arctg \frac{\omega C_1}{C_0}\right)}$$

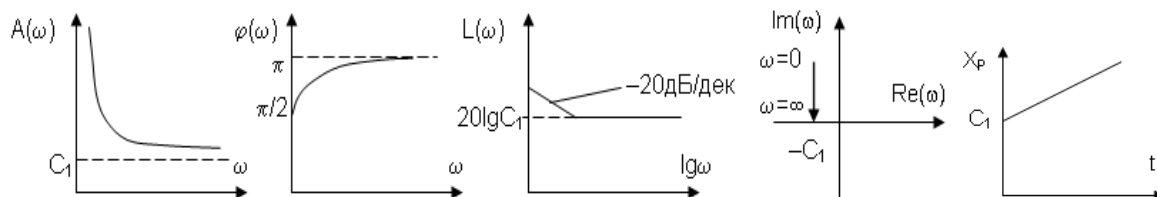
$$\text{АФЧХ} : W(j\omega) = -\frac{C_0 + C_1}{j\omega}$$

$$\text{ФЧХ} : \varphi(\omega) = \pi/2 + \arctg(\omega \cdot C_1 / C_0) = \pi - \arctg(C_0 / \omega \cdot C_1)$$

$$\text{АЧХ} : A(\omega) = \frac{\omega}{\sqrt{(C_0 / \omega)^2 + C_1^2}}$$

$$\text{ЛАЧХ} : L(\omega) = 20 \lg \sqrt{(C_0 / \omega)^2 + C_1^2}$$

$$X(t) = (C_1 + C_0 \cdot t) \cdot X_{об}$$



ПИ-регулятор является астатическим, то есть он не имеет статической ошибки.

Он имеет два параметра настройки:

$$C_1 = K_p$$

$K_p$  — коэффициент регулирования

$$C_0 = K_p / T_u$$

$T_u$  — время интегрирования, изодрома (удвоения). ПИ-регулятор изодромный.

#### ПИД-регулятор

(пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования)

Перемещение рабочего органа пропорционально интегралу, скорости изменения, отклонению регулируемой величины.

$$X_p = -\left(C_0 \cdot \int_0^t X_{об} dt + C_1 \cdot X_{об} + C_2 \cdot X'_{об}\right)$$

Скорость регулирования пропорциональна отклонению регулируемой величины, ее скорости и ускорению.

$$X'_p = -(C_0 X_{об} + C_1 X'_{об} + C_2 X''_{об}). (*)$$

В операторной форме:

$$p \cdot X_p = -(C_0 + C_1 p + C_2 p^2) X_{об}$$

Этот регулятор имеет три параметра настройки и является астатическим. Статическая характеристика как у ПИ-регулятора. ПИД-регулятор обеспечивает нулевую неравномерность регулирования.

$$W(p)_{ПИД} = -\left(\frac{C_0}{p} + C_1 + C_2 p\right)$$

$$W(j\omega) = -C_1 + j\left(\frac{C_0}{\omega} - \omega \cdot C_2\right)$$

$$\varphi(\omega) = \pi + \arctg\left(\frac{\omega^2 \cdot C_2 + C_0}{\omega \cdot C_1}\right)$$

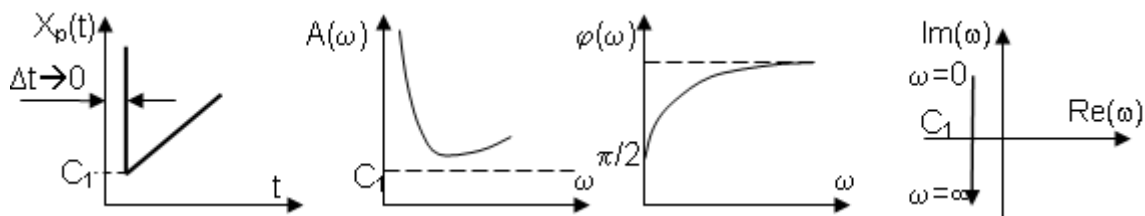
$$W(j\omega) = \sqrt{C_1^2 + \left(\omega \cdot C_2 - \frac{C_0}{\omega}\right)^2} \cdot e^{j\left(\pi + \arctg\left(\frac{\omega^2 \cdot C_2 + C_0}{\omega \cdot C_1}\right)\right)} \quad \frac{\pi}{2} < \varphi < \frac{3}{2}\pi$$

$$A(\omega) = \sqrt{C_1^2 + \left(\omega \cdot C_2 - \frac{C_0}{\omega}\right)^2} \quad L(\omega) = 20 \lg \sqrt{C_1^2 + \left(\omega \cdot C_2 - \frac{C_0}{\omega}\right)^2}$$

ПИД-регулятор имеет угол опережения больший, чем у всех остальных регуляторов.

Динамическую характеристику можно получить из уравнения:





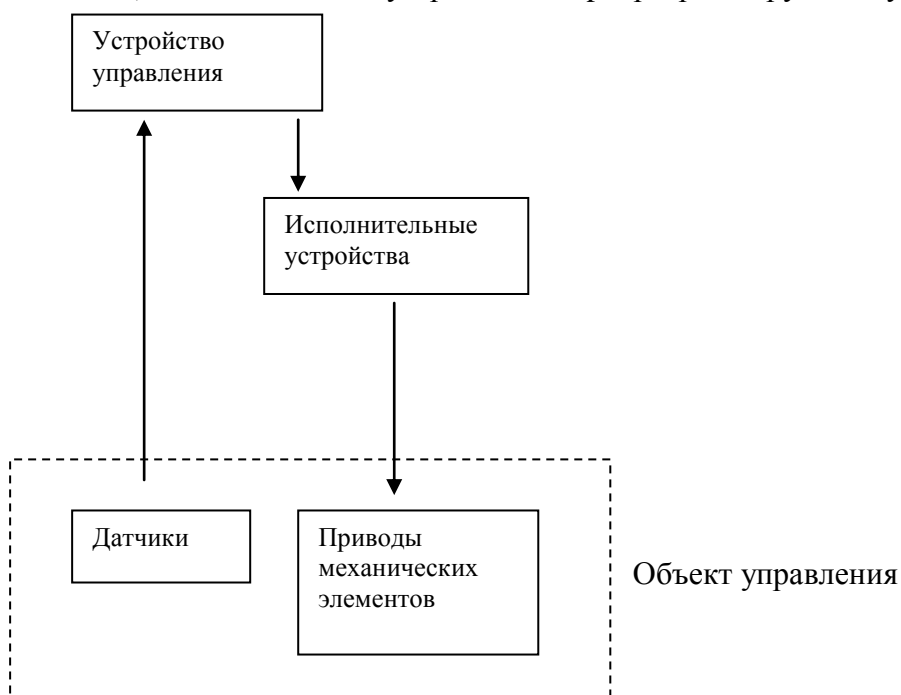
Параметры настройки ПИД-регулятора:  $K_p$ , время изодрома ( $T_n$ ), время предварения ( $T_d$ ).

### РАЗДЕЛ 3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА БАЗЕ ЛОКАЛЬНЫХ СРЕДСТВ.

#### 3.1. Локальная автоматика. Мехатроника. Программируемые контроллеры. Промышленные компьютеры.

Мехатроника объединяет термины "механика" и "электроника", что означает механику, управляемую электроникой. Это могут быть принтеры, физиотерапевтические аппараты, автоматические тележки. К устройствам мехатроники в автоматизированном производстве относятся промышленные роботы, станки с числовым программным управлением, комплектные; приводы для точных перемещений механических элементов. Как новая область техники, мехатроника находится на стыке микроэлектронного управления, информационных систем и механических систем.

Мехатронная система состоит из механических элементов с видами перемещений, датчиков, исполнительных устройств и перепрограммируемого устройства управления:



Датчики контролируют положение механических элементов объекта управления. Их сигналы поступают на вход устройства управления и перерабатываются по заданному алгоритму в команды управления исполнительными устройствами (контакторами, электропневматическими клапанами, электрогидрораспределителями).

Примером мехатроники являются промышленные роботы, в которых перепрограммируемое устройство управления обеспечивает заданные перемещения звеньев манипулятора.

Выделяют три поколения промышленных роботов:

- 1) программные- датчики отсутствуют, устройство управления действует по жестко заданной программе, которая может быть легко перестроена на другие операции в пределах возможностей данного робота;
- 2) адаптивные- робот с помощью датчиков осязания принимает обстановку и приспосабливается к ней путем выбора "ходящей программы из имеющегося набора;
- 3) интеллектуальные - робот с помощью развитой системы осязания распознает обстановку и строит упрощенную модель

среды, которая корректируется в процессе управления для достижения заданной цели.

Программные роботы могут работать при фиксированном состоянии среды. Адаптивные роботы применяются в тех случаях, когда можно перечислить возможные состояния среды и для каждого состояния задать программу управления. Интеллектуальные роботы строят модель сложной среды путем обучения, поэтому их применение будет оправдано в тех случаях, когда невозможно предусмотреть измени среды при выполнении технологических операций.

В зависимости от выполняемых задач различают манипуляционные, мобильные, информационные и управляющие роботы.

**Манипуляционный** робот предназначен для выполнения механических операций, подобных тем, которые выполняются человеком вручную, но с возможным изменением масштаба, размеров и усилий (например взятие и перенос предмета, перемещение по сложным траекториям, работа с любыми инструментами, схватами, сварочными, красящими головками и др.). Большинство промышленных роботов это автоматические манипуляторы грузоподъемностью до 10 кг с 3-6 степенями подвижности. В них отсутствуют датчики осязания, позволяющие контролировать состояние робота и внешней среды.

**Мобильный** робот предназначен для перемещения грузов по заданной траектории. Различают исследовательские (доставка проб из недоступных мест), аварийно - спасательные (вывоз людей в аварийных ситуациях), специализированные (доставка взрывчатого материала к месту взрыва) и технологические мобильные роботы. Создание технологических роботов для перевозки грузов между единицами автоматизированного оборудования позволило организовать гибкое автоматизированное производство. Транспортный робот или робокар представляет собой тележку с автономным питанием и бортовой системой управления, движущуюся между станками и автоматизированным складом

**Информационный** робот расширяет возможности органов чувств человека, Он представляет собой самоходную дистанционно управляемую тележку с бортовыми телекамерами, пробоотборниками, измерительными приборами.

**Управляющий** робот имитирует умственную деятельность человека при управлении технологическим оборудованием. Его применение особенно эффективно при ограничении технологических возможностей оборудования психофизиологическими особенностями человека.

Программируемые контроллеры

Программируемый контроллер представляет собой микропроцессорное управляющее устройство, входы которого связаны с датчике а выходы- с исполнительными устройствами объекта управления. Контроллер изготавливают универсальным и приспособляют к управлению конкретным объектом управления путем записи и хранения ритма управления в запоминающем устройстве

Как и персональный компьютер, программируемый контроллер содержит микропроцессор, оперативное и постоянное запоминающее устройства, предназначенные для обработки информации по заданной программе. Он встраивается в объект управления и не имеет монитора, клавиатуры, устройств для чтения информации с дисков. Имеются и другие отличия контроллера от персонального компьютера:

Отличия программируемого контроллера от персонального компьютера:

Эти отличия вытекают из того, что программируемый контроллер предназначен для управления промышленным объектом в реальном времени. Поэтому он должен иметь развитые устройства преобразования входных и выходных сигналов, доступное технологу программирование, удобство диагностики и контроля, повышенную надежность.

Программируемый контроллер может быть трёх типов:

- логический контроллер для замены релейно-контактной логики при управлении дискретными процессами;
- регулирующийся контроллер для управления непрерывными процессами;
- универсальный контроллер для дискретных и непрерывных процессов.

Свойство	Контроллер	Компьютер
Выполняемая задача	Обработка сигналов датчиков и выдача команд	Последовательность вычислений
Время решения	Ограничено динамикой объекта управления	Не ограничено
Выполнение программы	Многократное	Однократное
Программирование	По особенностям управления объектом	По особенностям решаемой задачи
Язык программирования	Созданный специально для данного контроллера	Универсальный
Подключение	К объекту управления	К питающей сети
Ввод программы	От временно присоединяемого устройства	От встроенного устройства
Результаты работы	Не выводятся	Выводятся на монитор
Время цикла	Меньше периода изменения ситуации	Не ограничено
Подключаемые устройства	Датчики и исполнительные устройства	Монитор, принтер, клавиатура

#### Промышленные компьютеры

Промышленные компьютеры предназначены для автоматического управления технологическим оборудованием при неблагоприятных воздействиях среды запыленности, влажности, вибрациях, грязи, ударах, колебаниях энергии и окружающей температуры. Примененные в них конструктивные решения обеспечивают повышенную устойчивость к промышленной среде. В отличие от персонального компьютера промышленный компьютер не имеет материнской платы с процессором, в которую вставляют модули. Процессорный модуль, как и остальные модули, вставляют в общую плату с количеством гнезд до 20. Это позволяет быстро заменять модули, поскольку простои технологического оборудования во время ремонта устройств автоматики приносят большие убытки. Предусмотрена установка разнообразных плат связи с датчиками и исполнительными устройствами. Для защиты от пыли в системном блоке создают избыточное давление с помощью вентиляторов. Воздух всасывается через сменные фильтры. Шасси, корпус и платы расширения защищают от вибрации амортизирующими подвесками. В клавиатуре предусматривают защиту от пыли и влажности с помощью пленочной технологии. Для мониторов применяют сенсорные экраны. Часто промышленные компьютеры вместе с монитором и клавиатурой встраивают в вертикальную панель прямо на рабочем месте. Технические решения, ориентированные на экстремальные условия эксплуатации, приводят к увеличению стоимости промышленных компьютеров в два-три раза по сравнению с персональными компьютерами такого же класса. Однако для многих практических задач автоматизации достаточно весьма ограниченных характеристик промышленных компьютеров.

Кроме конструктивных особенностей, промышленные компьютеры отличаются от персональных рядом функциональных свойств. Они должны управлять объектом в режиме реального времени, поэтому, цикл управления не должен превышать интервала между изменениями параметров объекта. В компьютер встраивают развитые устройства связи с датчиками и исполнительными устройствами объекта управления. Обычное для персонального компьютера зависание может привести к катастрофическим последствиям для оборудования, управляемого промышленным компьютером. Поэтому в промышленный компьютер вводят сторожевой таймер, автоматически перезагружающий компьютер при остановке программы. Для сокращения убытков от простоев производства при отказе автоматики введены многократное резервирование защитные блокировки и автоматическая диагностика отказов. Предусмотрены программы и устройства связи с промышленными шинами верхнего и нижнего уровней.

### 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 интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Описание микропроцессорного регулятора температуры OMRONE5CN	2	Работа в малых группах (1 час.)
2	3.	Настройка микропроцессорного регулятора температуры OMRONE5CN	4	Работа в малых группах (1 час.)
3	2.	Определение параметров качества регулирования	6	Работа в малых группах (1 час.)
4	1.	Описание микропроцессорного регулятора температуры MAXTHERMO MC-2538	2	Работа в малых группах (1 час.)
5	3.	Настройка микропроцессорного регулятора температуры MAXTHERMO MC-2538	4	Работа в малых группах (2 час.)
6	2.	Определение параметров качества регулирования	6	Работа в малых группах (1 час.)
<b>ИТОГО</b>			<b>24</b>	<b>7</b>

### 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. 2.	Идентификация объектов управления	6	разбор конкретных ситуаций (1 час.)
2	3.	Выбор регулятора	2	-
3	2.	Структура системы автоматического управления	8	-
4	2.	Определение качества регулирования	8	-
<b>ИТОГО</b>			<b>24</b>	<b>1</b>

### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект

Цель: осуществить параметрический синтез локальной системы автоматического регулирования технологического процесса.

Структура:

1. Введение
2. Описание технологического процесса
3. Идентификация объекта управления.
4. Выбор регулятора
5. Определение настроечных параметров регулятора.
6. Определение качества регулирования.
7. Структурная схема автоматизации.
8. Выбор средств автоматизации.

9. Заключение

10. Список используемых источников.

Основная тематика: параметрический синтез локальной системы автоматического управления.

Рекомендуемый объем: Пояснительная записка объемом 20-25 страниц должна содержать титульный лист, задание, описание выполняемых действий по каждому разделу и полученные результаты, А3 формат с представлением основных разделов проекта.

Выдача задания и защита КП проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки курсового проекта</b>
отлично	соответствие требованиям по структурному содержанию и объему работы; правильность выполнения задания, сопровождающегося схемами, таблицами, формулами, переходными характеристиками; самостоятельность выполнения; оформление работы ;соответствует требованиям; грамотность, отсутствие стилистических ошибок; уверенное владение материалом при устной защите.
хорошо	соответствие требованиям по структурному содержанию и объему работы; правильность выполнения задания, сопровождающегося схемами, таблицами, формулами, переходными характеристиками; самостоятельность выполнения; оформление работы; не полностью соответствует требованиям; грамотность, отсутствие стилистических ошибок; хорошее владение материалом при устной защите.
удовлетворительно	не полное соответствие требованиям по структурному содержанию и объему работы; неточность выполнения задания ,сопровождающегося схемами, таблицами, формулами, переходными характеристиками; частичная самостоятельность выполнения; оформление работы; не полностью соответствует требованиям; наличие некоторых стилистических ошибок; не уверенное владение материалом при устной защите.
неудовлетворительно	несоответствие требованиям по структурному содержанию и объему работы; неправильность выполнения задания, сопровождающегося схемами, таблицами, формулами, переходными характеристиками; отсутствие самостоятельности выполнения; оформление работы; не соответствует требованиям; грамотность, наличие стилистических ошибок; отсутствие владения материалом при устной защите.

**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<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид</i> <i>учебных занятий</i>	<i>Оценка</i> <i>результатов</i>
		<i>ОК</i>	<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>7</i>	<i>5</i>	<i>5</i>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>1.</b> Автоматизация технологических процессов и производств. Виды, функции, этапы автоматизации.	29	-	+	-	1	29	Лк, ПЗ, ЛР, СРС	Экзамен, КП
<b>2.</b> Техническое и математическое обеспечение АСУ ТП.	57	-	-	+	1	57	Лк, ПЗ, ЛР, СРС	Экзамен, КП
<b>3.</b> Автоматизация технологических процессов на базе локальных средств.	31	+	-	-	1	31	Лк, ПЗ, ЛР, СРС	Экзамен, КП
<i>всего часов</i>	<b>117</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>57</b>	<b>3</b>	<b>39</b>		

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

Григорьева Т.А. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие.- Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010.-99с. (с 45-90).

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

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ЛР, ПЗ,кпр)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Малафеев С.И. Основы автоматизации и системы автоматического управления : учебник для студ.вузов / С.И.Малафеев. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 384 с.	Лк, ЛР	15	1
2.	Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учеб.пособие .-2-е изд. ,испр.и доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. - 208 с. <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/68463/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/68463/#1</a>	Лк, ПЗ, КП	ЭР	1
<b>Дополнительная литература</b>				
3.	Григорьева Т.А. Средства автоматического регулирования/Т.А.Григорьева.- Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010.-67с.	ЛР	60	1
4.	Григорьева Т. А.Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / Т. А. Григорьева, В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2016. - 98с. <a href="http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe">http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe</a>	КП, ПЗ	23 ЭР	1
5.	Григорьева Т.А. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие.- Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010.-99с. <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Григорьева%20Т.А.%20Автоматизация%20технологических%20%20процессов%20и%20производств.2010.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Григорьева%20Т.А.%20Автоматизация%20технологических%20%20процессов%20и%20производств.2010.pdf</a>	Лк	62 ЭР	1

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

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»

<http://e.lanbook.com> .

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"

<http://window.edu.ru> .

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <https://uisrussia.msu.ru/> .

8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

#### Лабораторная работа №1

#### Описание микропроцессорного регулятора температуры OMRONE5CN

##### Цель работы

1. Ознакомление с устройством и техническими характеристиками программируемого температурного контроллера E5CN, выпускаемого фирмой Omron.

2. Изучение основных функций микроконтроллера

##### Задание:

при подготовке к проведению лабораторной работы изучить:

- назначение и технические характеристики программируемого температурного контроллера E5CN (в дальнейшем изложении - контроллер);

- основные узлы и возможности модуля температурного контроллера лабораторного комплекса;

Вид занятий в интерактивной форме: выполнить задание в группе из 2-3 человек.

##### Порядок выполнения:

Состав и структурная схема лабораторного комплекса

Стенд выполнен в настольном исполнении в стоечном варианте. В состав стенда входит ПЭВМ и модуль микропроцессорного регулятора температуры (модуль МРТ).

На рис. 1. представлена структурная схема стенда САУ-МАКС:

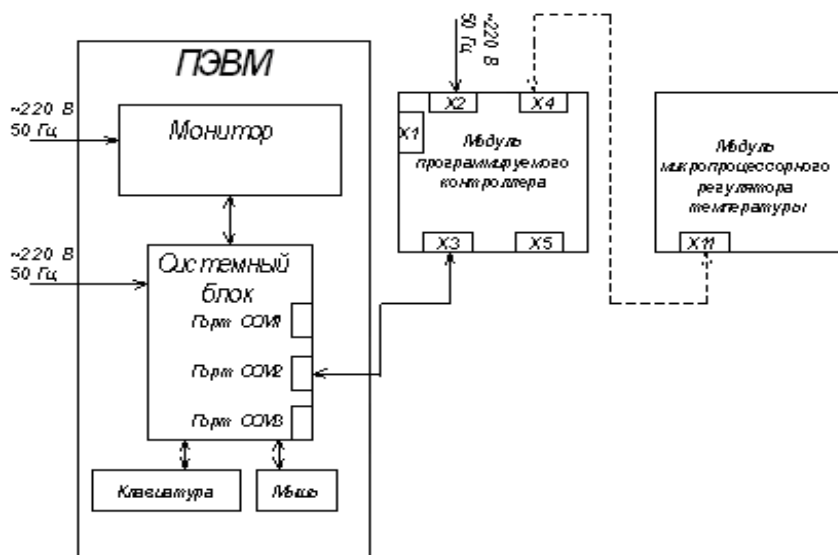


Рис. 1. Структурная схема лабораторного стенда САУ-МАКС.

На рис. 2 представлена схема OMRONE5CN:



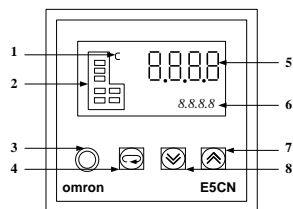


Рис. 2. Схема OMRONE5CN.

В табл.1 представлены общие характеристики регулятора температуры OMRONE5CN.

Таблица 1

Параметр	Характеристика	
Напряжение питания	От 100 до 240 ВАС, 50/60 Гц	24 ВАС, 50/60 Гц/24 VDC
Потребляемая мощность	7 ВА	4 ВА / 3 Вт
Вход датчика	Термопара: К, J, T, E, L, U, N, R, S, В Платиновый термометр сопротивления: Pt100, JPt100 Бесконтактный термодатчик: От K10 до 70 °С, от K60 до 120°С, от K115 до 165°С, от K160 до 260°С Вход напряжения: От 0 до 50 мВ.	
Управляющий выход	Выход реле: SPST-NO, 250 В АС, 3 А (активная нагрузка).	
Выход тревоги	SPST-NO, 250 В АС, 1 А (активная нагрузка).	
Режимы работы контроллера	ON/OFF	переменное включение/выключение выхода
	2-ПИД	режим ПИД-регулятора

Общая характеристика выхода температурного регулятора представлена в табл.2, схема подключения изображена на рис. 2.

Таблица 2

Параметр	Значение
Количество и тип выходов	замыкающий релейный контакт
Допустимая нагрузка	Максимальная: 3 А при 250 В постоянного тока. Минимальная: 10 мА при 5 В постоянного тока.
Прочность реле	механическая – минимум 10.000.000 операций электрическая – минимум 100.000 операций

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

- цель работы;
- основные характеристики регулятора температуры;
- общие выводы по работе.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить характеристики регулятора температуры OMRONE5CN.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в первом разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Малафеев С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления : учебник для студ.вузов / С.И.Малафеев. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 384 с.

Дополнительная литература

2. Григорьева Т.А. Средства автоматического регулирования/Т.А.Григорьева.- Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010.-67с.

Контрольные вопросы для самопроверки

- Какие отличия имеет изучаемый температурный контроллер по сравнению с контроллером максимальной конфигурации?
- Какой выход контроллера называется сигнальным и как задать режим его работы?

**Лабораторная работа №2**

**Настройка микропроцессорного регулятора температуры OMRONE5CN**

Цель работы

1. Ознакомление с устройством и техническими характеристиками программируемого температурного контроллера E5CN, выпускаемого фирмой Omron.

2. Изучение основных функций.
3. Приобретение навыков программирования.

Задание:

- а) при подготовке к проведению лабораторной работы изучить принципы программирования контроллера.
- б) в лаборатории провести экспериментальные исследования заданных вариантов режимов работы контроллера из ниже перечисленных:
  - режим ON/OFF;
  - режим 2-ПИД регулятора.

в) провести обработку экспериментальных данных, сделать выводы и составить отчёт по работе.

Вид занятий в интерактивной форме: выполнить задание в группе из 2-3 человек.

Варианты выполнения работы:

Бригада	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
Уставка, °C	60	65	70	75	80	85	90	95
Режим ON/OFF	+	+	+	+	+	+	+	+
Гистерезис, %	5	10	15	5	10	15	5	10
П-регулятор	+			+			+	
Время цикла, с	5	6	7	10	11	12	15	16
Диапазон P <sub>1</sub> , %	5	3	4	5	6	7	5	8
Диапазон P <sub>2</sub> , %	10			15			20	
ПИ-регулятор		+			+			+
T <sub>ин</sub> , с	5	10	12	13	15	16	17	20
T <sub>инт</sub> , с		20			30			40
ПД-регулятор			+			+		
T <sub>дп</sub> , с	5	8	10	11	12	15	16	17
T <sub>др</sub> , с			20			30		
ПИД-регулятор	+	+	+	+	+	+	+	+
Режим сигнального входа	01	11	02	12	03	13	05	15

Порядок выполнения:

Режимы работы регулятора температуры OMRONE5CN

Регулятор температуры OMRONE5CN поддерживает два метода регулирования: 2-ПИД-регулирование и регулирование в ON/OFF. Метод регулирования выбирается с помощью параметра «PID / ON/OFF» на «уровне начальной настройки». При выборе значения этого параметра устанавливается 2-ПИД-регулирование, а при выборе значения — регулирование включением/выключением (по умолчанию):

Режим ON/OFF. Двухпозиционное регулирование.

При работе в режиме ON/OFF переходный процесс протекает подобно тому, который представлен на рис. 1. Текущее значение температуры поднимается выше уставки (перерегулирование) и далее качается около температуры уставки (качание).

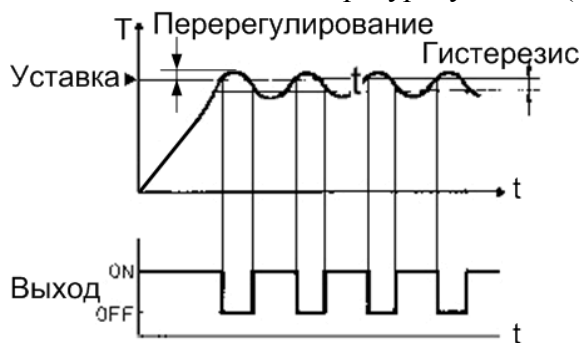


Рис. 1. Принцип работы выхода температурного контроллера в режиме ON/OFF  
Трёхпозиционное регулирование.

При регулировании нагревом и охлаждением «мёртвую зону» (область, в которой оба управляющих выхода выключены) можно настраивать либо в сторону нагрева, либо в

сторону охлаждения. Таким образом, становится возможным трёхпозиционное регулирование.

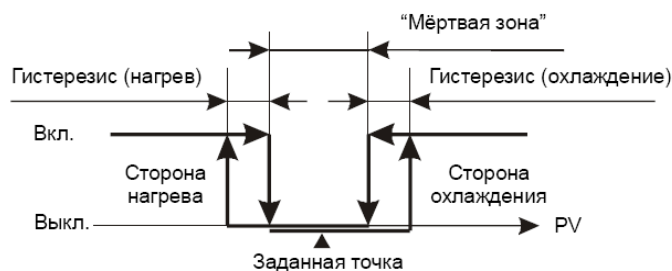


Рис. 3. Гистерезис при трёхпозиционном регулировании

Режим 2-ПИД-регулятора.

Данный режим работы управляющего выхода температурного контроллера объединяет качества П-, ПИ- и ПД-регуляторов (рис. 4).

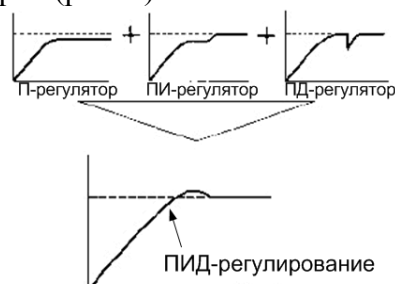
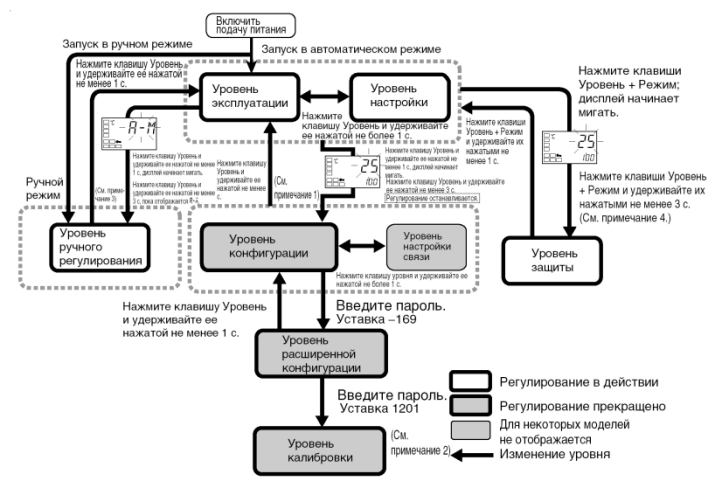


Рис. 4. ПИД-регулирование

Программирование температурного контроллера OMRONE5CN

Программирование контроллера OMRONE5CN и управление им ведётся только с кнопочной панели. На рис.5 представлена общая схема программирования и работы температурного контроллера.



Примечание. 1. Для перезапуска программного обеспечения выполняется вход на уровень эксплуатации.  
2. Находясь на уровне калибровки, невозможно перейти на другой уровень с помощью клавиш передней панели. Необходимо отключить источник питания.  
3. Находясь на уровне ручного регулирования, с помощью клавиш передней панели можно перейти только на уровень эксплуатации.  
4. Время перехода на защищенный уровень можно настроить, изменяя значение параметра "Время перехода на защищенный уровень".

Рис. 5. Общая схема программирования температурного контроллера E5CN

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Номер варианта
2. Цель работы
3. Задание
4. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
5. Общие выводы по работе.

### Задания для самостоятельной работы:

Осуществить автоматическую настройку регулятора.

### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в третьем разделе данной дисциплины.

#### Основная литература

1. Малафеев С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления : учебник для студ.вузов / С.И.Малафеев. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 384 с.

#### Дополнительная литература

2. Григорьева Т.А. Средства автоматического регулирования/Т.А.Григорьева.- Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010.-67с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

- 1) Зачем вводится гистерезис в режиме работы ON/OFF контроллера?
- 2) Что означает термин «относительный диапазон Р» у П-регулятора?
- 3) Как влияет увеличение  $T_I$  на характер переходного процесса?
- 4) Что обеспечивает дифференциальная составляющая?
- 5) Каковы особенности работы контроллера в режиме «Автонастройка»?
- 6) Как экспериментально снимаются переходные характеристики контроллера?
- 7) Как обеспечивается охлаждение нагревательной камеры перед очередным экспериментом?

### Лабораторная работа №3

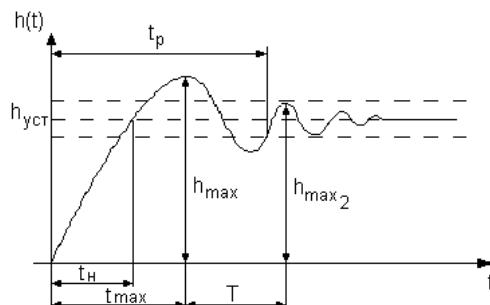
#### **Определение параметров качества регулирования**

Цель работы: определить параметры качества регулирования

Задание: определить параметры качества для переходной характеристики, полученной в лабораторной работе №2.

Вид занятий в интерактивной форме: выполнить задание в группе из 2-3 человек.

Порядок выполнения:



Определить показатели качества переходного процесса:

1. Время переходного процесса  $t_p$  характеризует быстродействие системы и определяется как интервал времени от начала переходного процесса и до момента, когда отклонение выходной величины от ее установившегося значения становится  $< 5\%$ .

2. Перерегулирование – это максимальное отклонение в переходный период.

$$\sigma = \frac{h_{\max} - h_{\text{уст}}}{h_{\text{уст}}} \cdot 100\% .$$

3. Число колебаний равно числу минимумов (максимумов) кривой переходного процесса за время регулирования (оптимальное количество 1;2 колебания).

4. Колебательность переходного процесса:  $k = \frac{h_{\max_2}}{h_{\max}} \cdot 100\% .$

5. Частота колебаний:  $\omega = \frac{2\pi}{T} ,$

где  $T$ - период колебаний.

6. Время достижения первого максимума  $t_{\max}$ .

7. Время нарастания переходного процесса – это абсцисса первой точки пересечения переходной характеристики с установившимся значением  $t_n$ .

8. Степень затухания:  $\psi = 1 - \frac{h_{\max 2}}{h_{\max}}$ .

9. Интегральная оценка качества

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Цель работы
2. Задание
3. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
4. Общие выводы по работе.

Задания для самостоятельной работы:

Рассмотреть параметры качества регулирования.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в данном разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Малафеев С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления : учебник для студ. вузов / С.И. Малафеев. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 384 с.

Дополнительная литература

2. Григорьева Т.А. Средства автоматического регулирования / Т.А. Григорьева. - Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. - 67 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назвать основные параметры качества регулирования.
2. Как определяется время переходного процесса.
3. Как определяется время нарастания.
4. Как определяется степень затухания.

#### Лабораторная работа №4

#### **Описание микропроцессорного регулятора температуры MAXTHERMO MC-2538**

Цель работы

1. Ознакомление с устройством и техническими характеристиками программируемого температурного контроллера MC-2538, выпускаемого фирмой MAXTHERMO.

2. Изучение основных функций.

Задание:

изучить:

- назначение и технические характеристики программируемого температурного контроллера MC-2538 (в дальнейшем изложении - контроллер);

- основные узлы и возможности модуля температурного контроллера лабораторного стенда;

Вид занятий в интерактивной форме: выполнить задание в группе из 2-3 человек.

Порядок выполнения:

На рис.1 представлена схема электрическая принципиальная модуля РТ.

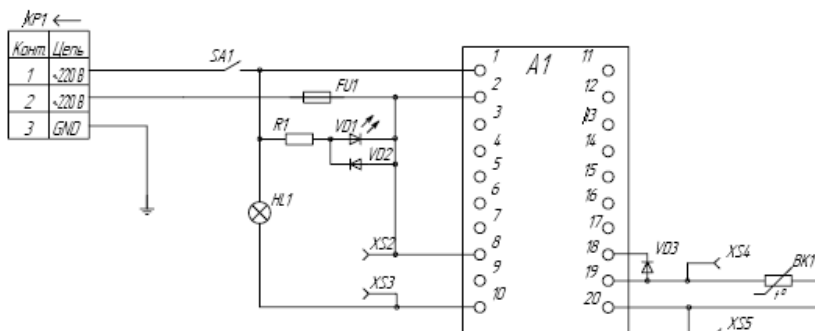


Рис.1. Схема электрическая принципиальная модуля РТ

На рис.2 представлена структурная схема стенда САУ-МАКС:

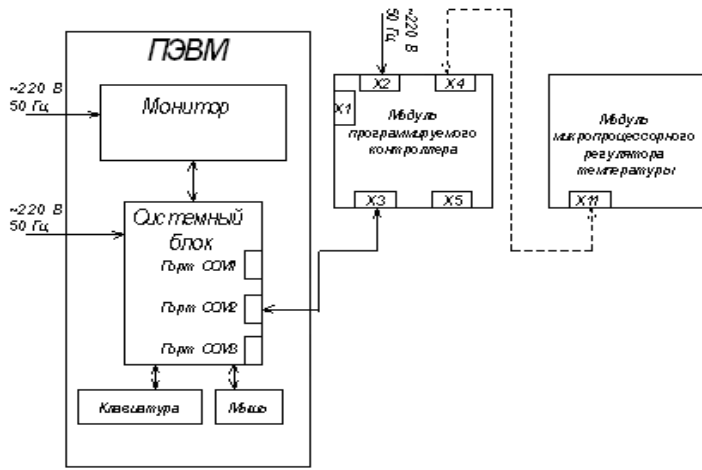


Рис. 2 Структурная схема лабораторного стенда САУ-МАКС.

В табл.2. представлены общие характеристики контроллера МС-2538.

Таблица 2.

Параметр	Характеристика	
Напряжение питания	85-265 В переменного тока	
Потребляемая мощность	2 ВА	
Число входов/выходов	1 вход/ выход управляющий релейный + выход сигнальный	
Тип входа	по напряжению с термопары; по напряжению: 0-1В, 0-5В, 1-5В, 0-10В, 2-10В; по току: 0-20мА, 4-20мА	
Подключаемые термопары	типы В, Е, J, К, N, R, S, T, U, W, PT100 (JIS), PT100(DIN), PT50 (JIS)	
Тип выхода	релейный 5А/240В	
Тип сигнального выхода	релейный 5А/240В (19 режимов работы)	
Режимы работы контроллера	ON/OFF	переменное включение/выключение выхода
	П	пропорциональный режим
	И	интегральный режим
	Д	дифференциальный режим
	ПИД	режим ПИД-регулятора

#### Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Цель работы
2. Задание
3. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
4. Общие выводы по работе.

#### Задания для самостоятельной работы:

Изучить общие характеристики контроллера МС-2538.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в первом разделе данной дисциплины.

#### Основная литература

1. Малафеев С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления : учебник для студ.вузов / С.И.Малафеев. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 384 с.

#### Дополнительная литература

2. Григорьева Т.А. Средства автоматического регулирования/Т.А.Григорьева.- Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010.-67с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие отличия имеет изучаемый температурный контроллер по сравнению с контроллером максимальной конфигурации?
2. Какой выход контроллера называется сигнальным и как задать режим его работы?

## Лабораторная работа №5

### Настройка микропроцессорного регулятора температуры MAXTHERMOC-2538

#### Цель работы

1. Ознакомление с устройством и техническими характеристиками программируемого температурного контроллера MC-2538, выпускаемого фирмой MAXTHERMO.
2. Изучение основных функций.
3. Приобретение навыков программирования.

#### Задание:

1. При подготовке к проведению лабораторной работы изучить:
  - назначение и технические характеристики программируемого температурного контроллера MC-2538 (в дальнейшем изложении - контроллер);
  - основные узлы и возможности модуля температурного контроллера лабораторного стенда;
  - принципы программирования контроллера.
2. В лаборатории провести экспериментальные исследования заданных вариантов режимов работы контроллера.
3. Провести обработку экспериментальных данных, сделать выводы и составить отчет по работе.

Вид занятий в интерактивной форме: выполнить задание в группе из 2-3 человек.

#### Варианты выполнения работы:

Бригада	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
Уставка, °C	60	65	70	75	80	85	90	95
Режим ON/OFF	+	+	+	+	+	+	+	+
Гистерезис, %	5	10	15	5	10	15	5	10
П-регулятор	+			+				+
Время цикла, с	5	6	7	10	11	12	15	16
Диапазон P <sub>1</sub> , %	5	3	4	5	6	7	5	8
Диапазон P <sub>2</sub> , %	10			15			20	
ПИ-регулятор		+			+			+
T <sub>ин</sub> , с	5	10	12	13	15	16	17	20
T <sub>инт</sub> , с		20			30			40
ПД-регулятор			+			+		
T <sub>дп</sub> , с	5	8	10	11	12	15	16	17
T <sub>дт</sub> , с			20			30		
ПИД-регулятор	+	+	+	+	+	+	+	+
Режим сигнального входа	01	11	02	12	03	13	05	15

#### Порядок выполнения

##### Режимы работы температурного контроллера MC-2538

Контроллер MC-2538 фирмы MAXTHERMO обеспечивает работу управляющего выхода в пяти режимах (ON/OFF, П-, ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторы) и работу сигнального выхода в 17 режимах, которые будут перечислены ниже.

##### Режим ON/OFF.

.При работе в режиме ON/OFF переходный процесс протекает подобно тому, который представлен на рис. 1а. Текущее значение температуры поднимается выше уставки (перерегулирование) и далее качается около температуры уставки (качание).

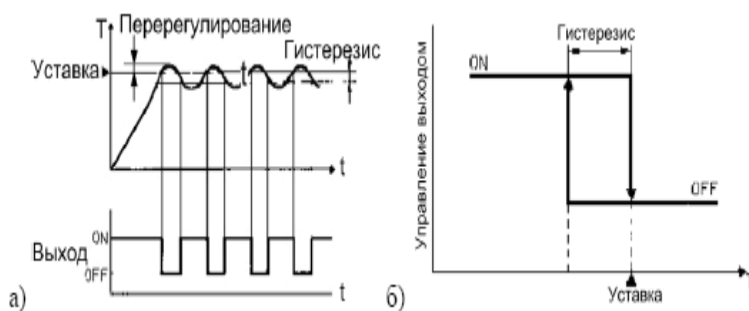


Рис.1. а) Принцип работы выхода и б) гистерезис температурного контроллера в режиме ON/OFF

### Режим П-регулятора.

. В режиме П-регулятора в программе температурного контроллера устанавливается время пропорционального цикла  $T$ . Контроллер рассчитывает время включенного и выключенного состояния выходного реле. При этом с увеличением температуры и приближением её текущего значения к значению температуры уставки время включенного состояния выхода уменьшается, а при достижении заданной температуры выход выключается (см. рис.2).

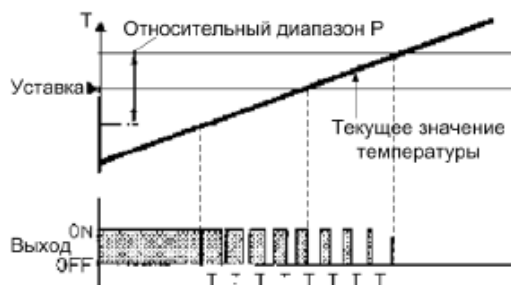


Рис.2. Принцип работы выхода ТК в режиме П-регулятора

### Режим ПИ-регулятора.

При работе управляющего выхода в данном режиме дополнительно к пропорциональной составляющей необходимо настроить постоянную времени интегрирования  $T_i$ . Интегрирующая составляющая вводится для компенсации смещения, возникающего при работе П-регулятора (рис.3).

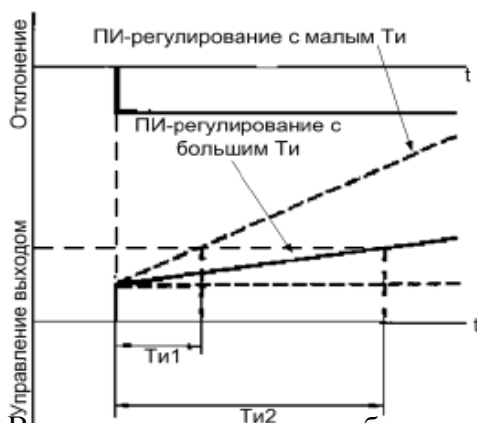


Рис.3. Временные диаграммы работы выхода ТК и переходные процессы изменения температуры в режиме ПИ-регулятора ( $T_{i2} > T_{i1}$ )

### Режим ПД-регулятора.

При работе управляющего выхода в данном режиме дополнительно к пропорциональной составляющей необходимо настроить постоянную времени дифференцирования  $T_d$ . Дифференциальная составляющая вводится для более быстрой отработки колебаний текущего значения температуры, возникающих при воздействии внешних возмущений (см. рис.4).

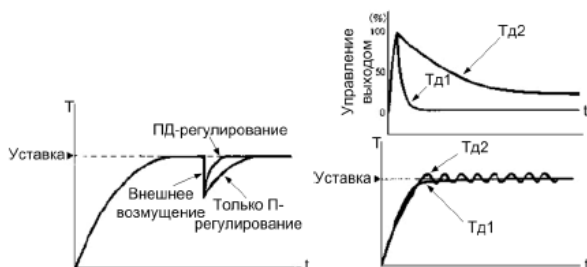


Рис.4. Временные диаграммы работы выхода ТК и переходные процессы изменения температуры в режиме ПД-регулятора ( $T_{d2} > T_{d1}$ )



### Режим ПИД-регулятора.

Данный режим работы управляющего выхода температурного контроллера объединяет качества описанных ранее П-, ПИ- и ПД-регуляторов (рис.5).



Рис.5. ПИД-регулирование

### Программирование температурного контроллера МС-2538

Программирование контроллера МС-2538 и управление им ведётся только с кнопочной панели.

В данной конфигурации существует четыре программных уровня.

Первый программный уровень включает в себя режим рабочей индикации.

Параметры второго уровня относятся к группе основных параметров, используемых при настройке различных типов регуляторов и режимов работы управляющего выхода.

В третьем программном уровне расположены параметры, используемые для более расширенного программирования температурного контроллера.

#### Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере и сдаётся в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Номер варианта
2. Цель работы
3. Задание
4. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
5. Общие выводы по работе.

#### Задания для самостоятельной работы:

Выполнить автонастройку регулятора.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в третьем разделе данной дисциплины.

#### Основная литература

1. Малафеев С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления : учебник для студ.вузов / С.И.Малафеев. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 384 с.

#### Дополнительная литература

2. Григорьева Т.А. Средства автоматического регулирования/Т.А.Григорьева.- Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010.-67с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Зачем вводится гистерезис в режиме работы ON/OFF контроллера?
2. Почему режим работы П-регулятора можно назвать пропорционально-временным способом регулирования?
3. Что означает термин «относительный диапазон Р» у П-регулятора?
4. Что означает термин «смещение» при работе контроллера в режиме П-регулятора?
5. Как влияет увеличение ТИ ПИ-регулятора на характер переходного процесса?
6. Что обеспечивает дифференциальная составляющая в ПД-регуляторе?
7. Каковы особенности работы контроллера в режиме «Автонастройка»?
8. Как экспериментально снимаются переходные характеристики контроллера?
9. Как обеспечивается охлаждение нагревательной камеры перед очередным экспериментом?

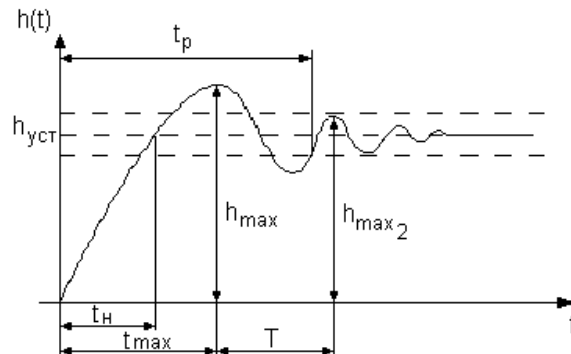
## Лабораторная работа №6 Определение параметров качества регулирования

Цель работы: определить параметры качества регулирования

Задание: По результатам лабораторной работы № 5 построить переходные характеристики замкнутых систем с регулятором МАХTHERMOMC-2538, определить параметры качества.

Вид занятий в интерактивной форме: выполнить задание в группе из 2-3 человек.

Порядок выполнения:



Определить показатели качества переходного процесса:

1. Время переходного процесса  $t_p$  характеризует быстродействие системы и определяется как интервал времени от начала переходного процесса и до момента, когда отклонение выходной величины от ее установившегося значения становится  $< 5\%$ .

2. Перерегулирование – это максимальное отклонение в переходный период.

$$\sigma = \frac{h_{\max} - h_{\text{уст}}}{h_{\text{уст}}} \cdot 100\% .$$

3. Число колебаний равно числу минимумов (максимумов) кривой переходного процесса за время регулирования (оптимальное количество 1;2 колебания).

4. Колебательность переходного процесса:  $k = \frac{h_{\max_2}}{h_{\max}} \cdot 100\% .$

5. Частота колебаний:  $\omega = \frac{2\pi}{T} ,$

где T- период колебаний.

6. Время достижения первого максимума  $t_{\max}$ .

7. Время нарастания переходного процесса – это абсцисса первой точки пересечения переходной характеристики с установившимся значением  $t_n$ .

8. Степень затухания:  $\psi = 1 - \frac{h_{\max_2}}{h_{\max}} .$

9. Интегральная оценка качества:

$$J = \int_0^{\infty} x_{об} t dt,$$

$$J = \int_0^{\infty} |x_{об} t| dt,$$

$$J = \int_0^{\infty} [x_{об} t]^2 dt.$$

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Цель работы
2. Задание
3. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
4. Общие выводы по работе.

Задания для самостоятельной работы:

Рассмотреть параметры качества регулирования.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в первом разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Малафеев С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления : учебник для студ. вузов / С.И. Малафеев. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 384 с.

Дополнительная литература

2. Григорьева Т.А. Средства автоматического регулирования / Т.А. Григорьева. - Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. - 67 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назвать основные параметры качества регулирования.
2. Как определяется время переходного процесса.
3. Как определяется время нарастания.
4. Как определяется степень затухания.

**Практическое занятие № 1.**  
**Идентификация объектов управления.**

Цель работы: Провести идентификацию объекта управления.

Задание: 1. Построить переходную характеристику объекта управления.  
2. Найти параметры передаточной функции.

Вид занятий в интерактивной форме: выполнить задание и изобразить конкретный пример.

Ход работы:

Идентификация объекта апериодическим звеном I порядка

Для выполнения работы необходимо построить экспериментальную характеристику объекта (рис.1).

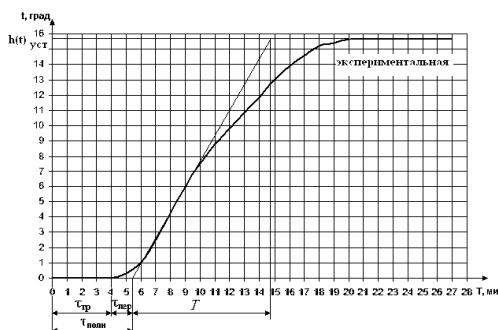


Рис. 1. Экспериментальная характеристика объекта

-Найти параметры передаточной функции

$$W_p = \frac{k e^{-\tau p}}{Tp + 1},$$

где  $k$  – коэффициент усиления;  $T$  – постоянная времени;  $\tau$  – запаздывание.

$$\tau_{\text{пол}} = \tau_{\text{тр}} + \tau_{\text{пер}}$$

где  $\tau_{\text{тр}}$  – транспортное запаздывание;  $\tau_{\text{пер}}$  – переходное запаздывание;  $\tau_{\text{пол}}$  – полное запаздывание.

-Определить коэффициент усиления:

$$k = \frac{h_{\text{уст}}}{x_{\text{вх}}},$$

-Построить расчетную характеристику объекта с помощью программного обеспечения Matlab.

-Определить погрешность идентификации по формуле

$$\Delta = \frac{h t_{\text{экс}} - h t_{\text{расч}}}{h t_{\text{уст}}} \cdot 100 \%$$

-Сделать вывод об ошибке идентификации  $\Delta$  данного метода.

Метод интегральных площадей

1. Построить переходную характеристику  $\sigma t$  в безразмерном виде (кривая разгона), где

$$\sigma t = \frac{h \Delta t}{h_{\text{max}} t}$$

2. Определить площадь  $F_1$  по формуле

$$F_1 \approx \Delta t \left\{ \sum_{i=0}^n [1 - \sigma i \Delta t] - 0,5 [1 - \sigma 0] \right\}$$

3. Определить интегральные площади:

$$F_2 \approx \Delta \theta \left\{ \sum_{i=0}^n [1 - \sigma i \Delta \theta] \cdot [1 - i \Delta \theta] - 0,5 [1 - \sigma 0] \right\} F_1^2;$$

$$F_3 \approx \Delta \theta \left\{ \sum_{i=0}^n [1 - \sigma i \Delta \theta] \cdot \left[ 1 - 2i \Delta \theta + \frac{i \Delta \theta^2}{2} \right] - 0,5 [1 - \sigma 0] \right\} F_1^3;$$

$$F_n \approx F_1^n \int 1 - \sigma \left[ \frac{-\theta^{n-1}}{i-1!} + \frac{-\theta^{i-2}}{i-2!} + \sum_{n=0}^{n-3} \frac{F_{i-n-1} - \theta^n}{F_1^{i-n-1} n!} \right],$$

где  $\theta = t / F_1$ .

4. Выбрать структуру передаточной функции:

$$W(p) = \frac{k}{a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + 1}$$

5. С помощью программного обеспечения Matlab построить расчетную характеристику объекта с передаточной функцией, полученной данным методом.

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Выбранный объект управления.
2. Цель работы
3. Задание
4. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
5. Вывод

Задания для самостоятельной работы:

Выбрать объект управления.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в первом и втором разделах данной дисциплины.

Основная литература

1. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учеб. пособие .-2-е изд. ,испр.и доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. - 208 с.

Дополнительная литература

2. Григорьева Т. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / Т. А. Григорьева, В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2016. - 98с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Виды запаздывания.
2. Какой вид имеет передаточная функция, полученная методом идентификации объекта управления периодическим звеном I порядка?
3. Какой вид имеет передаточная функция, полученная методом интегральных площадей?
4. Как определить ошибку идентификации?

## Практическое занятие № 2. Выбор регулятора

Цель работы: Осуществить выбор регулятора.

Задание: 1. Описать канал регулирования.

2. Выбрать тип регулятора.

3. Выбрать закон регулирования.

Ход работы:

### 1. Выбор канала регулирования

Выбор канала регулирования производится исходя из следующих условий. Из возможных регулирующих воздействий выбирают такой поток вещества или энергии, подаваемой или отводимой из объекта, минимальное значение которого вызывает максимальное изменение регулируемой величины, т.е. коэффициент усиления объекта по выбранному каналу должен быть максимальным. Допустимый диапазон изменения регулирующего воздействия должен обеспечивать компенсацию максимально возможных возмущений, вызывающих изменение регулируемого параметра.

### 2. Выбор типа регулятора

1. В соответствии с требованиями технологии в качестве заданного выбирают один из типовых переходных процессов:

– апериодический;

– с 20 %-м перерегулированием;

– с минимальной квадратичной площадью отклонения.

2. Ориентировочно характер действия регулятора определяют по величине отношения

времени запаздывания  $\tau_{об}/T_{об}$ . Так, для

позиционного регулятора  $\tau_{об}/T_{об} < 0,2$ ;

для регулятора непрерывного действия  $0,2 < \tau_{об}/T_{об} < 1,0$ ;

для многоконтурной системы регулирования  $\tau_{об}/T_{об} > 1,0$ .

3. Выбор регулятора соответствующего рода действия: непрерывного, релейного, импульсного. Тип регулятора ориентировочно можно выбрать из следующих рекомендаций:

• импульсные регуляторы могут применяться в объектах с запаздыванием, обладающих средней емкостью при постоянной или плавно меняющейся нагрузке, и при соблюдении условий, когда  $\tau_{об}/T_{об} > 0,5 \dots 1,0$ ;

• релейные регуляторы могут применяться в объектах с малым запаздыванием, обладающих большой емкостью при постоянной или очень мало меняющейся нагрузке, и при соблюдении условий, когда  $0 < \tau_{об}/T_{об} < 0,2$ ; в объектах с одной емкостью без свойств самовыравнивания.

Хорошая работа их во многом зависит от инерционности чувствительного элемента, которая должна быть подобрана соответственно инерционности объекта;

• непрерывные регуляторы применяют для объектов как обладающих, так и не обладающих самовыравниванием, для одно- и многоемкостных объектов, имеющих малое и значительное запаздывание при плавно меняющейся нагрузке. Условие применения этого типа регулятора

–  $\tau_{об}/T_{об} > 0$ .

4. Выбор регулятора, который по конструктивно-техническому оформлению удовлетворяет требованиям надежности, работоспособности и т.п. применительно к конкретным условиям производства.

*Гидравлические регуляторы* обладают большой надежностью, широким диапазоном плавного регулирования скоростей исполнительных механизмов, большими перестановочными усилиями при малых габаритах, простой эксплуатации.

*Пневматические регуляторы* чаще всего выбирают из условия пожаровзрывоопасности производства. Однако неперенным фактором их применения является наличие на предприятии сжатого воздуха соответствующего качества, а также сравнительно небольшая протяженность импульсных и командных линий (не более 300 м).

*Электрические регуляторы* наиболее широко распространены в пожаровзрывоопасных помещениях (при соответствующем исполнении могут применяться и в данных условиях), где протяженность кабельных контрольных линий велика (более 300 м).

### 3. Выбор закона регулирования

1) выбрать один из типовых переходных процессов для объекта в соответствии с технологическими требованиями: апериодический – процесс без перерегулирования (рис. 1), с 20 %-м перерегулированием (рис. 2) или с минимальной квадратичной площадью отклонения;

2) задать время  $t_1^*$   $t_2^*$ , в течение которого желательно окончание переходного процесса;

3) найти соотношения  $\tau_{об}/T_{об}$  и  $t_1^*/\tau_{об}$ ;

4) по одной из номограмм определить на пересечении двух линий закон регулирования.

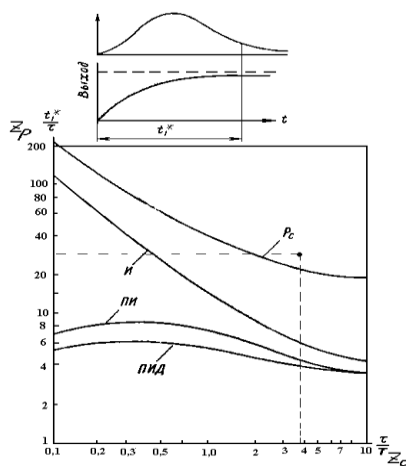


Рис. 1. Номограмма для случая без перерегулирования

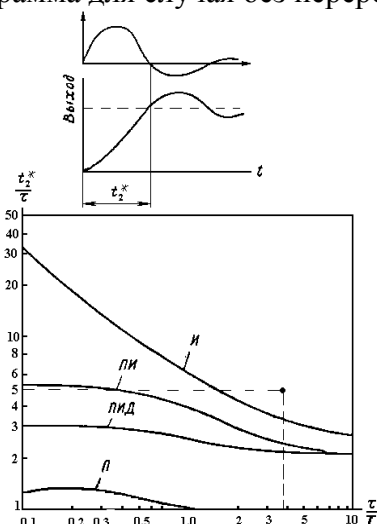


Рис. 2. Номограмма для случая с 20 и 45 % перерегулированием

#### Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Номер варианта
2. Цель работы

3. Задание
4. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
5. Вывод

Задания для самостоятельной работы:

Изучить законы регулирования.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в третьем разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учеб. пособие .-2-е изд. ,испр.и доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. - 208 с.

Дополнительная литература

2. Григорьева Т. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / Т. А. Григорьева, В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2016. - 98с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Основные исходные данные для выбора регулятора?
2. Исходя из каких условий производится выбор канала регулирования?
3. Из каких показателей может быть определен тип регулятора любой автоматической системы?
4. Что учитывают при выборе закона регулирования (тип регулятора)?

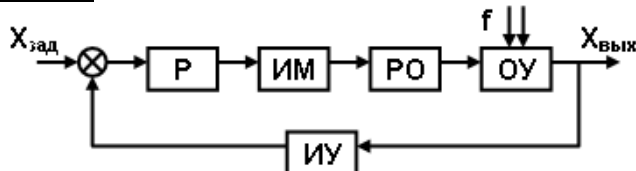
**Практическое занятие № 3.**

**Структура системы автоматического управления**

Цель работы: Построить структурную схему системы автоматического управления.

Задание: Для выбранного объекта управления составить структуру автоматического управления.

Ход работы:



ОУ-объект управления

ИУ-измерительное устройство

ЭС- элемент сравнения

Р-регулятор

ИМ-исполнительный механизм

РО-регулирующий орган

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Номер варианта
2. Цель работы
3. Задание
4. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
5. Вывод

Задания для самостоятельной работы:

Рассмотреть примеры построения структурных схем.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным во втором разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учеб.пособие .-2-е изд. ,испр.и доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. - 208 с.

Дополнительная литература

2. Григорьева Т. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / Т. А. Григорьева, В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2016. - 98с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Пояснить построенную структуру систем автоматизации.
2. Назвать элементы структурной схемы.
3. Назвать функции каждого элемента.

### **Практическое занятие № 4.**

#### **Определение качества регулирования**

Цель работы: Определить параметры качества системы автоматического регулирования.

Задание: Для замкнутой системы автоматического регулирования найти параметры качества.

Ход работы:

С учетом выбранных настроечных параметров регулятора с помощью программного обеспечения Matlab, необходимо построить переходную характеристику замкнутой системы (рис. 1)

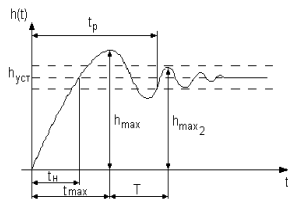


Рис. 1. Определение показателей качества переходного процесса

Основные показатели качества регулирования.

1. Время переходного процесса  $t_p$  характеризует быстродействие системы и определяется как интервал времени от начала переходного процесса и до момента, когда отклонение выходной величины от ее установившегося значения становится  $< 5 \%$ .
2. Перерегулирование  $\sigma$  – это максимальное отклонение в переходный период, определяемое по формуле

$$\sigma = \frac{h_{\max} t - h_{\text{уст}} t}{h_{\text{уст}} t} \cdot 100 \%,$$

где  $h_{\max} t$  – максимальное значение переходного процесса;

$h_{\text{уст}} t$  – установившееся значение переходного процесса.

3. Число колебаний равно числу минимумов (максимумов) кривой переходного процесса за время регулирования (оптимальное количество 1 или 2 колебания).

4. Колебательность переходного процесса  $k$  определяется по формуле  $k = \frac{h_{\max_2}}{h_{\max}} \cdot 100 \%$ .

5. Частота колебаний  $\omega$  рассчитывается следующим образом:  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ,

где  $T$  – период колебаний.

6. Время достижения первого максимума  $t_{\max}$ .

7. Время нарастания переходного процесса – это абсцисса первой точки пересечения переходной характеристики с установившимся значением  $t_n$ .

8. Степень затухания  $\psi$  рассчитывается по формуле  $\psi = 1 - \frac{h_{\max_2}}{h_{\max}}$ .

9. Интегральная оценка качества производится следующим образом:

Форма отчетности:



Отчет набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Номер варианта
2. Цель работы
3. Задание
4. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
5. Вывод

Задания для самостоятельной работы:

Построить переходную характеристику замкнутой системы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в первом разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учеб. пособие .-2-е изд. , испр. и доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. - 208 с.

Дополнительная литература

2. Григорьева Т. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / Т. А. Григорьева, В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2016. - 98с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как определяется время переходного процесса  $t_p$  ?
2. Как определяется перерегулирование в системе  $\sigma$  ?
3. Чему равно число колебаний?
4. Как определяется время нарастания переходного процесса?
5. Каким образом проводится интегральная оценка качества?

## **9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта.**

### **Порядок выполнения курсового проекта.**

Для выполнения курсового проекта, студенты самостоятельно выбирают систему автоматического управления, объект управления.

Готовый курсовой проект сдается преподавателю на проверку за 2 недели до начала экзаменационной сессии. Результатом проверки могут быть:

- «допущен к защите»;
- «допущен к защите после доработки по замечаниям»;
- «не допущен к защите».

Если после проверки курсовой проект рекомендован преподавателем к защите, то следует подготовиться к его защите.

В случае выявления при проверке ошибок и неточностей, студент допускается к защите курсового проекта только после их устранения.

В последнем случае требуется переделать курсовой проект в соответствии с предъявляемыми требованиями. Если курсовой проект не рекомендован преподавателем к защите, то после переработки работа вновь сдается на проверку.

Без защиты курсового проекта студент не допускается к сдаче экзамена по дисциплине.

Защита курсового проекта производится в часы, определенные в соответствии с расписанием занятий.

На защите курсового проекта студент в краткой форме излагает основные результаты, полученные в ходе его выполнения и практическую значимость выполненной работы, отвечает на возникшие в ходе защиты вопросы.

### **Рекомендации по выполнению курсового проекта.**

Задание: провести параметрический синтез системы автоматического управления выбранного технологического процесса.

Исходные данные: конструкторско-техническая документация производственного процесса, переходная характеристика выбранного объекта управления

Во введении необходимо описать автоматизацию технологического процесса, осуществляемую на предприятии в настоящее время.

Основная часть содержит этапы: описание технологического процесса, идентификацию объекта управления, выбор регулятора, определение настроечных параметров регулятора, определение качества регулирования, структурную схему автоматизации, выбор средств автоматизации.

В заключении необходимо провести анализ выполненной работы. Сделать выводы по работе.

Список литературы:

1. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учеб.пособие .-2-е изд. ,испр.и доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. - 208 с.

2. Григорьева Т. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / Т. А. Григорьева, В. Н. Толубаев. - Братск: БрГУ, 2016. - 98с.

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

- Microsoft Imagine Premium
- ОС Windows 7 Professional
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
- Антивирусное программное обеспечение KasperskySecurity
- MATLAB Academic new Product Concurrent Licenses
- Simulink Academic new Product Concurrent Licenses

При реализации дисциплины применяются инновационные технологии обучения, активные и интерактивные формы проведения занятий, указанные в разделах 3.2,4.2-4.4.

## **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 или ПЗ</i>
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Лк	Дисплейный класс	AMD Athlon 64 (5GHz/250Gb/2Gb/DD-RW), 2 ядра	Лк № 1-12
ЛР	Лаборатория технических средств автоматизации и измерений	Лабораторный стенд "Средства автоматизации и управления САУ-МАКС"	ЛР № 1-6
ПЗ	Лаборатория моделирования и оптимизации управления	Компьютер AMD 690 G/FAN/1024 md	ПЗ № 1-4
КП	Дисплейный класс	AMD Athlon 64 (5GHz/250Gb/2Gb/DD-RW), 2 ядра	-
СР	Читальный зал №3	Оборудование 15- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005	-

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

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-5	способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	<b>1. Автоматизация технологических процессов и производств.</b> Виды, функции, этапы автоматизации	1.1. Этапы автоматизации. Функции системы управления. Виды автоматизации. 1.2. Объект управления. Управляемые, возмущающие воздействия. Классификация систем автоматического управления	Экзаменационные билеты
ПК-5	способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	<b>2. Техническое и математическое обеспечение АСУ ТП.</b>	2.1. Техническое обеспечение АСУ ТП Структура системы автоматического управления. Элементы САУ. 2.2. Математическое обеспечение АСУ ТП. Типовые динамические характеристики промышленных объектов. Идентификация математических моделей объектов и систем управления 2.3. Законы регулирования. Расчет настроечных параметров регулятора. Качество регулирования.	Экзаменационные билеты
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	<b>3. Автоматизация технологических процессов на базе локальных средств.</b>	3.1. Локальная автоматика. Мехатроника. Программируемые контроллеры. Промышленные компьютеры.	Экзаменационные билеты

## 2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-5	способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	1. Автоматика, автоматизация, автоматические устройства. 2. Этапы автоматизации. 3. Функции системы управления. 4. Виды автоматизации. 5. Объект управления. Управление объектом. 6. Управляемые, управляющие, возмущающие воздействия. 7. Классификация систем автоматического управления	1. Автоматизация технологических процессов и производств. Виды, функции, этапы автоматизации
2.	ПК-5	способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	8. Технические средства автоматизации. 9. Структура системы автоматического управления. 10. Элементы САУ. 11. Типовые динамические характеристики промышленных объектов. 12. Идентификация математических моделей объектов и систем управления 13. Законы регулирования. Их достоинства, недостатки. 14. Пропорциональный регулятор. 15. Интегральный регулятор. 16. Пропорционально-дифференциальный регулятор. 17. Пропорционально-интегральный регулятор. 18. Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор. 19. Настраиваемые параметры регуляторов. 20. Качество регулирования. 21. Параметры качества регулирования.	2. Техническое и математическое обеспечение АСУ ТП.
3.	ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	22. Локальная автоматика. 23. Мехатроника. 24. Элементы мехатронной системы. 25. Программируемые контроллеры. 26. Промышленные компьютеры.	3. Автоматизация технологических процессов на базе локальных средств

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать</p> <p><b>ОК-7:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Принципы выбора средств автоматизации и правления,</li> <li>-Последние достижения науки и техники в области автоматизации.</li> </ul> <p><b>ОПК-5:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные приемы обработки данных,</li> <li>-Способы представления экспериментальных данных.</li> </ul>	<b>отлично</b>	<p>Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– всестороннее систематическое знание программного материала;</li> <li>– правильное выполнение практических заданий, направленных на применение программного материала;</li> <li>– правильное применение основных положений программного материала.</li> </ul>
<p><b>ПК-5:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Основные методы и способы сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления,</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <p><b>ОК-7:</b></p>	<b>хорошо</b>	<p>Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– недостаточно полное знание программного материала;</li> <li>– выполнение с несущественными ошибками практических заданий, направленных на применение программного материала;</li> <li>– применение с несущественными ошибками основных положений программного материала.</li> </ul>
<p>--Самостоятельно принимать решения,</p> <p>- Использовать полученные знания на практике.</p> <p><b>ОПК-5:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</li> </ul> <p><b>ПК-5:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Осуществлять параметрический синтез систем автоматизации и управления.</li> </ul>	<b>удовлетворительно</b>	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– частичное знание программного материала;</li> <li>– частичное выполнение практических заданий, направленных на применение программного материала;</li> <li>– частичное применение основных положений программного материала.</li> </ul>
<p><b>Владеть:</b></p> <p><b>ОК-7:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Достаточным уровнем понимания материала, и способностью выявлять сущность проблем,</li> <li>- Способностью к самоорганизации и самообразованию</li> </ul> <p><b>ОПК-5:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Достаточным уровнем понимания материала,</li> <li>-Способностью самостоятельно применять знания на практике.</li> </ul>	<b>неудовлетворительно</b>	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– существенные пробелы в знании программного материала;</li> <li>– принципиальные ошибки при выполнении практических заданий, направленных на применение программного материала;</li> <li>– невозможность применения основных положений программного материала.</li> </ul>

<b>ПК-5:</b> - Достаточным уровнем знаний для сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.		
--	--	--

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

Дисциплина Автоматизация технологических процессов и производств направлена на ознакомление с наукой автоматикой, и её практическим применением в технологических процессах и производствах, на получение теоретических знаний и практических навыков использования параметрического синтеза систем автоматического управления для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины информатика предусматривает:

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

В ходе освоения раздела 1 «Автоматизация технологических процессов и производств. Виды, функции, этапы автоматизации» обучающиеся должны знать основные понятия, виды, функции, этапы автоматизации.

В ходе освоения раздела 2 «Техническое и математическое обеспечение АСУ ТП» обучающиеся должны знать законы регулирования, методы определения настроечных параметров регулятора, проводить идентификацию объекта управления, определять качество регулирования.

В ходе освоения раздела 3 «Автоматизация технологических процессов на базе локальных средств» обучающиеся должны знать: понятия мехатроники, локальной автоматики, структуру, основные характеристики микропроцессора, промышленного контроллера. Уметь осуществить выбор средств автоматизации технологического процесса.

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков работы с микропроцессорами, их настройки.

В процессе проведения практических занятий вырабатывается умение проводить параметрический синтез систем автоматического управления.

В процессе выполнения курсового проекта закрепляются знания, полученные на лабораторных работах и практических занятиях для выбранной системы автоматического управления.

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

К экзамену допускаются студенты, которые выполнили и оформили все лабораторные работы, практические занятия и курсовой проект. Преподаватель оценивает уровень знаний, умений, навыков. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, сформированных по итогам изучения дисциплины, представлено в разделе 3 Приложения 1 настоящей рабочей программы. Основными оценочными средствами при проведении промежуточной аттестации являются вопросы к экзамену.

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**Автоматизация технологических процессов и производств**

**1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся знаний основных приемов сбора, обработки и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.

Задачей изучения дисциплины является: формирование у обучающихся знаний, умений, навыков необходимых для самостоятельного решения теоретических и прикладных задач автоматизации и управления технологическими процессами и производствами.

**2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекций – 24 часа, лабораторные работы – 24 часа, практические занятия- 24 часа, самостоятельная работа студента – 45 часов,

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Автоматизация технологических процессов и производств. Виды, функции, этапы автоматизации.
2. Техническое и математическое обеспечение АСУ ТП.
3. Автоматизация технологических процессов на базе локальных средств.

**3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию.

ОПК-5 - способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

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

**4. Вид промежуточной аттестации:** экзамен, КП

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

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО  
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-5	способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	<b>1.</b> Автоматизация технологических процессов и производств. Виды, функции, этапы автоматизации	1.1. Этапы автоматизации. Функции системы управления. Виды автоматизации. 1.2. Объект управления. Управляемые, возмущающие воздействия. Классификация систем автоматического управления	Отчеты по лабораторным работам Курсовой проект
ПК-5	способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	<b>2.</b> Техническое и математическое обеспечение АСУ ТП.	2.1. Техническое обеспечение АСУ ТП Структура системы автоматического управления. Элементы САУ. 2.2. Математическое обеспечение АСУ ТП. Типовые динамические характеристики промышленных объектов. Идентификация математических моделей объектов и систем управления 2.3. Законы регулирования. Расчет настроечных параметров регулятора. Качество регулирования.	Отчеты по лабораторным работам Курсовой проект
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	<b>3.</b> Автоматизация технологических процессов на базе локальных средств.	3.1. Локальная автоматика. Мехатроника. Программируемые контроллеры. Промышленные компьютеры.	Отчеты по лабораторным работам Курсовой проект

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать</p> <p><b>ОК-7:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Принципы выбора средств автоматизации и правления,</li> <li>-Последние достижения науки и техники в области автоматизации.</li> </ul> <p><b>ОПК-5:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные приемы обработки данных,</li> <li>-Способы представления экспериментальных данных.</li> </ul> <p><b>ПК-5:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Основные методы и способы сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления,</li> </ul>	<b>отлично</b>	<p>соответствие требованиям по структурному содержанию и объему работы; правильность выполнения задания, сопровождающегося схемами, таблицами, формулами; переходными характеристиками, самостоятельность выполнения; оформление работы и списка использованных источников соответствует требованиям; грамотность, отсутствие стилистических ошибок; уверенное владение материалом при устной защите.</p>
<p><b>Уметь:</b></p> <p><b>ОК-7:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>--Самостоятельно принимать решения,</li> <li>- Использовать полученные знания на практике.</li> </ul> <p><b>ОПК-5:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</li> </ul> <p><b>ПК-5:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Осуществлять параметрический синтез систем автоматизации и управления.</li> </ul>	<b>хорошо</b>	<p>соответствие требованиям по структурному содержанию и объему работы; правильность выполнения задания, сопровождающегося схемами, таблицами, переходными характеристиками; самостоятельность выполнения; оформление работы и списка использованных источников не полностью соответствует требованиям; грамотность, отсутствие стилистических ошибок; хорошее владение материалом при устной защите.</p>
<p><b>Владеть:</b></p> <p><b>ОК-7:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Достаточным уровнем понимания материала, и способностью выявлять сущность проблем,</li> <li>- Способностью к самоорганизации и самообразованию</li> </ul> <p><b>ОПК-5:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Достаточным уровнем понимания материала,</li> <li>-Способностью самостоятельно применять знания на практике.</li> </ul>	<b>удовлетворительно</b>	<p>не полное соответствие требованиям по структурному содержанию и объему работы; неточность выполнения задания, сопровождающегося схемами, таблицами, формулами, переходными характеристиками, частичная самостоятельность выполнения; оформление работы и списка использованных источников не полностью соответствует требованиям; наличие некоторых стилистических ошибок; не уверенное владение материалом при устной защите.</p>
<p><b>ПК-5:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Достаточным уровнем знаний для сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.</li> </ul>	<b>неудовлетворительно</b>	<p>несоответствие требованиям по структурному содержанию и объему работы; неправильность выполнения задания, сопровождающегося схемами, таблицами, формулами, переходными характеристиками;</p>

		отсутствие самостоятельности выполнения; оформление работы и списка использованных источников не соответствует требованиям; наличие стилистических ошибок; отсутствие владения материалом при устной защите.
	<b>зачтено</b>	Оценка «зачтено» выставляется в случае, если студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>– всестороннее систематическое знание программного материала;</li> <li>– правильное выполнение лабораторных работ, направленных на применение программного материала;</li> <li>- правильное применение основных положений программного материала.</li> </ul>
	<b>не зачтено</b>	Оценка «незачтено» выставляется в случае, если студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>– существенные пробелы в знании программного материала;</li> <li>– принципиальные ошибки при выполнении лабораторных работ, направленных на применение программного материала;</li> <li>- невозможность применения основных положений программного материала.</li> </ul>