

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины  
ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.05.08</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 4; 8 семестр - 5; всего - 9
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	324 часа
<b>Лекции</b>	7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 28 часа; всего - 60 часов
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 28 часа; всего - 60 часов
<b>Консультации</b>	8 семестр - 16 часов;
<b>Самостоятельная работа</b>	7 семестр - 79,7 часа; 8 семестр - 103,2 часа; всего - 182,9 часа
<b>в том числе на КП/КР</b>	8 семестр - 12,2 часов;
<b>Иная контактная работа</b>	8 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b>	
<b>Интервью</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	7 семестр - 0,3 часа;
<b>Защита курсовой работы</b>	8 семестр - 0,5 часа;
<b>Экзамен</b>	8 семестр - 0,3 часа; всего - 1,1 часа

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орлов А.А.
	Идентификатор	R5abca1aa-OrlovAA-401c889b

А.А. Орлов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мезин С.В.
	Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee

С.В. Мезин

Заведующий выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мезин С.В.
	Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee

С.В. Мезин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение вопросов построения и технической реализации автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) в теплоэнергетике, приобретение навыков создания и эксплуатации этих систем.

### Задачи дисциплины

- Изучение принципов построения систем автоматизации в теплоэнергетике.;
- Получение информации о промышленных технических средствах автоматизации (ТСА), используемых при построении систем автоматизации в теплоэнергетике, их принципе действия и методах применения.;
- Приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при выборе структуры автоматической системы управления, алгоритма работы регулятора и критерия качества управления.;
- Приобретение навыков по вводу в действие и оперативному управлению систем регулирования на базе промышленных средств автоматизации..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации автоматизированных систем управления объектами профессиональной деятельности	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание основ построения, технической реализации и эксплуатации автоматизированных систем управления объектами профессиональной деятельности	знать: - Основные виды технических средств автоматизации, применяемых при создании АСУТП в теплоэнергетике.;- Технологию проектирования систем автоматизации технологическими процессами в теплоэнергетике на современных технических средствах.;- Основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, компьютер как средство работы с информацией..  уметь: - Владеть навыками применения полученной информации при создании систем автоматизации технологических процессов и анализе их работы.;- Владеть способностью к проведению экспериментов на объектах автоматизации, обработке и анализу полученных результатов.;- Владеть информацией о технических параметрах основных видов средств автоматизации технологических процессов.;- Выполнять синтез систем автоматического управления, в том числе – систем сложной структуры (многоконтурных, комбинированных).;- Выполнять анализ систем автоматического управления, получать

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		статические и динамические характеристики объектов и систем управления.; - Самостоятельно разбираться в нормативных документах по созданию систем автоматизации и применять их для решения поставленной задачи..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Высшую математику, в том числе: функции одной и нескольких переменных, интегральное и дифференциальное исчисление, теорию функций комплексных переменных, линейную алгебру, дифференциальные уравнения.
- знать Основные разделы физики: механику, термодинамику, электричество и магнетизм.
- знать Основные разделы электротехники и электроники: электромеханические системы, полупроводниковые устройства, операционные усилители, основы вычислительной техники.
- знать Основы метрологии, основы теории погрешностей, основные методы и средства измерения теплотехнических параметров.
- уметь Выполнять анализ функций; решать дифференциальные уравнения, применять на практике аппарат линейной алгебры и теории функций комплексных переменных.
- уметь Применять основные законы физики для явлений природы и технологических процессов и объектов.
- уметь Выбирать средства измерения основных теплотехнических параметров, оценивать погрешности измерений.
- уметь Применять персональный компьютер и специализированные программные пакеты для решения математических и физических задач и представления результатов решения.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Общая характеристика функционального состава ТСА.	22	7	6	6	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Общая характеристика функционального состава ТСА."</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Общая характеристика функционального состава ТСА." материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Общая характеристика функционального состава ТСА. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общая характеристика функционального состава ТСА."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 2-35 [2], 5-34</p>
1.1	Общая характеристика функционального состава ТСА.	22		6	6	-	-	-	-	-	-	-	10	

														[3], 3-16 [4], 2-51
2	Принципы реализации автоматических регуляторов на аналоговых средствах.	22	6	6	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Принципы реализации автоматических регуляторов на аналоговых средствах."
2.1	Принципы реализации автоматических регуляторов на аналоговых средствах.	22	6	6	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Принципы реализации автоматических регуляторов на аналоговых средствах." материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Принципы реализации автоматических регуляторов на аналоговых средствах. и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Принципы реализации автоматических регуляторов на аналоговых средствах." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 36-71 [3], 17-32 [4], 52-102
3	Функциональные преобразования электрических средств автоматики.	22	6	6	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Функциональные преобразования электрических средств автоматики."
3.1	Функциональные преобразования	22	6	6	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе

	электрических средств автоматики.												необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Функциональные преобразования электрических средств автоматики." материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Функциональные преобразования электрических средств автоматики. и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Функциональные преобразования электрических средств автоматики." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 72-106 [2], 2-14, 37-64 [3], 33-48 [4], 103-156
4	Промышленные исполнительные устройства автоматики	24	7	7	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Промышленные исполнительные устройства автоматики"
4.1	Промышленные исполнительные устройства автоматики	24	7	7	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Промышленные исполнительные устройства автоматики" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>

													Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u><b>Подготовка к контрольной работе:</b></u> Изучение материалов по разделу Промышленные исполнительные устройства автоматике и подготовка к контрольной работе <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Промышленные исполнительные устройства автоматике" <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u> [1], 107-141 [3], 49-64 [4], 157-204
5	Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах.	24	7	7	-	-	-	-	-	-	10	-	<u><b>Подготовка к текущему контролю:</b></u> Повторение материала по разделу "Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах." <u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах." материалу. <u><b>Подготовка к аудиторным занятиям:</b></u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u><b>Подготовка к контрольной работе:</b></u> Изучение материалов по разделу Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах. и подготовка к контрольной работе <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение
5.1	Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах.	24	7	7	-	-	-	-	-	-	10	-	<u><b>Подготовка к текущему контролю:</b></u> Повторение материала по разделу "Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах." <u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах." материалу. <u><b>Подготовка к аудиторным занятиям:</b></u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u><b>Подготовка к контрольной работе:</b></u> Изучение материалов по разделу Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах. и подготовка к контрольной работе <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение



													дополнительного материала по разделу "Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 142-176 [3], 65-80 [4], 205-255
6	Расчетное задание.	12	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>
6.1	Анализ работы релейно-импульсного регулятора (РИР) с исполнительным механизмом постоянной скорости.	12	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	Повторение материала по разделу "Расчетное задание." <b><u>Проведение исследований:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее программное обеспечение: - MathCad. <b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование: -ЭВМ. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчетное задание." <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Расчетное задание.". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: 1. Расчет настройки ПИ-регулятора и процессов регулирования в замкнутой АСР с объектом управления. 2. Анализ характеристик релейного элемента (РЭ) и функциональной обратной связи (ФОС) модели регулирующего блока с импульсным выходом (РБИ). 3. Определение

														значений параметров ( $K_r$ , $T_i$ ) по реакции релейно – импульсного регулятора с ИМ постоянной скорости на ступенчатый входной сигнал. Анализ влияния разгона и выбега ИМ на реакцию регулятора и его параметры. 4. Анализ работы замкнутой АСР с объектом и релейно – импульсным регулятором с ИМ постоянной скорости. Оценка влияния факторов неидеальности ИМ (разгона, выбега и люфта) на вид процессов регулирования. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 1-320 [3], 1-144 [4], 1-456 [6], 1-61
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>62</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>79.7</b>		
7	Принципы реализации алгоритмов управления и функциональных преобразований в микропроцессорных контроллерах.	25.8	8	7	7	-	-	0.3	-	-	-	11.5	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Принципы реализации алгоритмов управления и функциональных преобразований в микропроцессорных контроллерах." <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Принципы реализации алгоритмов управления и функциональных преобразований в микропроцессорных контроллерах." материалу.
7.1	Принципы реализации алгоритмов управления и функциональных преобразований в микропроцессорных контроллерах.	25.8		7	7	-	-	0.3	-	-	-	11.5	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы

														<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Принципы реализации алгоритмов управления и функциональных преобразований в микропроцессорных контроллерах. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Принципы реализации алгоритмов управления и функциональных преобразований в микропроцессорных контроллерах."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 177-211 [3], 81-96 [4], 256-306</p>
8	Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем управления.	25.8	7	7	-	-	0.3	-	-	-	11.5	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем управления."</p>	
8.1	Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем управления.	25.8	7	7	-	-	0.3	-	-	-	11.5	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем управления." материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем управления. и подготовка к контрольной работе</p>	

														<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем управления."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 211-246 [2], 3-152 [3], 97-112 [4], 307-357</p>
9	Промышленные малоканальные микропроцессорные контроллеры.	25.8	7	7	-	-	0.3	-	-	-	11.5	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Промышленные малоканальные микропроцессорные контроллеры."</p>	
9.1	Промышленные малоканальные микропроцессорные контроллеры.	25.8	7	7	-	-	0.3	-	-	-	11.5	-	<p>Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Промышленные малоканальные микропроцессорные контроллеры."</p> <p><b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Промышленные малоканальные микропроцессорные контроллеры." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей</p>	





														[4], 358-408 [5], 2-172
10	Программно-технические комплексы для АСУ ТП крупных объектов управления.	25.8	7	7	-	-	0.3	-	-	-	11.5	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Программно-технические комплексы для АСУ ТП крупных объектов управления." <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Программно-технические комплексы для АСУ ТП крупных объектов управления." материалу.
10.1	Программно-технические комплексы для АСУ ТП крупных объектов управления.	25.8	7	7	-	-	0.3	-	-	-	11.5	-	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Программно-технические комплексы для АСУ ТП крупных объектов управления." <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Программно-технические комплексы для АСУ ТП крупных объектов управления. и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 282-320 [3], 129-144 [4], 409-456
11	Курсовая работа	11.9	-	-	-	-	0.4	-	-	-	11.5	-	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
11.1	Техническая реализация системы автоматизации технологического участка на базе	11.9	-	-	-	-	0.4	-	-	-	11.5	-	-	[1], 1-320 [3], 1-144 [4], 1-456

	промышленных программно - технических средств.												
	Экзамен	34.2		-	-	-	-	0.4	-	-	0.3	-	33.5
	Курсовая работа (КР)	30.7		-	-	-	14	-	4	-	0.5	12.2	-
	Всего за семестр	180.0		28	28	-	14	2.0	4	-	0.8	69.7	33.5
	Итого за семестр	180.0		28	28	-	16.0		4		0.8	103.2	
	<b>ИТОГО</b>	<b>324.0</b>	-	<b>60</b>	<b>60</b>	-	<b>16.0</b>		<b>4</b>		<b>1.1</b>	<b>182.9</b>	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация



## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Общая характеристика функционального состава ТСА.

#### 1.1. Общая характеристика функционального состава ТСА.

Основные тенденции развития технических средств автоматизации (ТСА).. Функциональный состав АСУ ТП энергетического объекта.. Требования, предъявляемые к отдельным частям и подсистемам АСУ ТП.. Выполняемые функции и способы технической реализации отдельных подсистем.. Стандартизация в производстве и применении ТСА.. Электрические сигналы связи..

### 2. Принципы реализации автоматических регуляторов на аналоговых средствах.

#### 2.1. Принципы реализации автоматических регуляторов на аналоговых средствах.

Обобщенная техническая структура автоматической системы регулирования.. Исполнительные механизмы, основные виды, свойства и особенности управления.. Структуры для реализации типовых алгоритмов регулирования.. Особенности реализации релейно-импульсного регулятора с исполнительным механизмом постоянной скорости.. Связь параметров релейно-импульсного регулятора и ПИ-алгоритма.. Анализ работы при изменении входного сигнала и параметров обратной связи.. Выбор длительности импульсов.. Выбор скорости исполнительного механизма.. Реализация ПИД-закона на базе релейно-импульсного регулятора..

### 3. Функциональные преобразования электрических средств автоматики.

#### 3.1. Функциональные преобразования электрических средств автоматики.

Защита токовой цепи от разрыва, гальваническое разделение цепей, масштабирование, усиление, суммирование.. Динамические преобразования на базе пассивных и активных элементов.. Использование операционных усилителей с неинвертирующим входом для усиления и суммирования.. Формирователи токового сигнала.. Реализация релейной характеристики..

### 4. Промышленные исполнительные устройства автоматики

#### 4.1. Промышленные исполнительные устройства автоматики

Общепромышленные электрические исполнительные механизмы (ЭИМ).. Классификация ЭИМ, составные части, типы применяемых электродвигателей, способы управления.. Контактные и бесконтактные пусковые устройства.. Реализация ключей, реверсирования и торможения электродвигателей..

### 5. Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах.

#### 5.1. Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах.

Функциональный состав промышленных аналоговых комплексов ТСА (АКЭСР, Каскад-2, Контур-2).. Средства статических и динамических преобразований.. Регулирующие блоки.. Средства оперативного управления.. Примеры построения автоматических систем регулирования..

### 6. Принципы реализации алгоритмов управления и функциональных преобразований в микропроцессорных контроллерах.

6.1. Принципы реализации алгоритмов управления и функциональных преобразований в микропроцессорных контроллерах.

Микропроцессорные средства регулирования и логического управления.. Обобщенные структурные схемы и организация микропроцессорной системы.. Устройства ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов.. Аналого-цифровые, цифро-аналоговые и цифро-импульсные преобразователи.. Реализация функциональных преобразований.. Реализация ПИД-закона регулирования с аналоговым и импульсным выходом на базе микропроцессорных контроллеров..

## 7. Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем управления.

7.1. Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем управления.

Стандарты обмена данными для полевых приборов.. Коммуникационный протокол HART.. Стандарт взаимодействия компонентов системы на основе OPC-спецификаций.. Интерфейсы RS-232C, ИРПС, RS-485, Ethernet и др.. Промышленные сети нижнего уровня управления..

## 8. Промышленные малоканальные микропроцессорные контроллеры.

8.1. Промышленные малоканальные микропроцессорные контроллеры.

Программируемые регулирующие приборы Московского завода тепловой автоматики.. Регулирующие приборы ПРОТАР.. Функциональные возможности.. Порядок программирования приборов.. Примеры реализации типовых АСР.. Реализация автоматизированной и автоматической настройки регуляторов.. Общая характеристика ПТК «Контар»: контроллеры, средства проектирования и оперативного управления.. Малоканальные контроллеры компании «Овен»: специализированные регуляторы и универсальные контроллеры, программируемые в среде «CoDeSys».. Малоканальные микропроцессорные контроллеры серии Контраст ЗАО «Волмаг».. Функциональные возможности, сетевая архитектура, программирование, внешние соединения.. Примеры построения АСР..

## 9. Программно-технические комплексы для АСУ ТП крупных объектов управления.

9.1. Программно-технические комплексы для АСУ ТП крупных объектов управления.

Обзор программно-технических комплексов (ПТК) для АСУ ТП, их архитектура, структурные схемы, основные компоненты.. Программное обеспечение ПТК.. Общая характеристика ПТК «Квинт».. Концепции, функциональные возможности.. Состав технических средств: оперативные станции; станции проектирования, ремиконты.. Модули УСО.. Внешние соединения.. Сетевые средства.. Проектирование АСУ ТП на базе Квинта.. Системная интеграция.. Примеры реализации распределенных систем управления на основе микропроцессорных средств автоматизации.. Общая характеристика ПТК компании Текон.. Общая характеристика ПТК Саргон компании НВТ-Автоматика..

## 10. Расчетное задание.

10.1. Анализ работы релейно-импульсного регулятора (РИР) с исполнительным механизмом постоянной скорости.

Рассчитать оптимальные значения параметров ПИ-регулятора ( $K_r$ ;  $T_i$ ) для объекта управления в соответствии с полученным вариантом. Получить расчетные процессы регулирования в замкнутой АСР при возмущении по каналам задания и регулирующего органа.. Выполнить анализ характеристик релейного элемента (РЭ) и функциональной

обратной связи (ФОС) модели регулирующего блока РБИ для параметров регулятора, полученных в задании 1. Оценить влияние изменения параметров блока РБИ ( $\alpha$  и  $t_i$ ) на вид характеристики РЭ.. Определить эквивалентные параметры ПИ регулятора ( $K_r$ ,  $T_i$ ) по реакции модели релейно – импульсного регулятора с исполнительным механизмом постоянной скорости на ступенчатый входной сигнал. Оценить влияние факторов неидеальности ИМ (разгона и выбега) на реакцию регулятора и его параметры ( $K_r$ ;  $T_i$ ).. Выполнить анализ работы имитационной модели замкнутой АСР с объектом и релейно – импульсным регулятором с ИМ постоянной скорости. Получить процессы регулирования при возмущении по каналам задания и регулирующего органа. Сравнить с расчетными процессами, полученными в п.1. Оценить влияние факторов неидеальности ИМ (разгона, выбега и люфта) на вид процессов регулирования..

### 11. Курсовая работа

11.1. Техническая реализация системы автоматизации технологического участка на базе промышленных программно - технических средств.

Краткая характеристика технологического участка как объекта автоматизации.. Структурная схема АСР с отражением основных частей системы и связей между ними.. Функциональная схема автоматизации технологического участка с указанием точек измерения и воздействия исполнительных устройств, спецификация применяемых технических средств измерения и автоматического регулирования (от измерительных преобразователей до исполнительных устройств) с указанием производителей или поставщиков.. Краткая характеристика выбранного программно-технического комплекса.. Алгоритмическая реализация структуры АСР.. Схема электрических соединений: подключение измерительных преобразователей, исполнительных устройств, интерфейсных каналов связи.. Описание цепи преобразования сигналов (для одного канала) с указанием всех физических и виртуальных устройств от измерительного преобразователя до регулирующего органа.. Источники информации..

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Исследование характеристик объекта управления (электрической печи) на базе контроллера ПЛК 150;
2. Исследование АСР температуры электрической печи на базе контроллера ПЛК 150;
3. АСР температуры электронагревателя с позиционным алгоритмом регулирования на базе контроллера ПЛК 150;
4. Логическая система управления насосами на базе контроллера ПЛК 150;
5. Экспериментальное определение частотных характеристик объекта с контроллером ПЛК150;
6. АСР температуры электронагревателя с исполнительным механизмом постоянной скорости;
7. Тестирование автоматического регулятора с импульсным выходом и исполнительным механизмом постоянной скорости;
8. Настройка АСР по виду переходного процесса;
9. Автоматическая настройка регуляторов с оценкой модели объекта по его реакции на импульсное воздействие;
10. Исследование АСР температуры электропечи с позиционным алгоритмом регулирования, реализованным на базе микропроцессорного контроллера ОВЕН ПЛК 150;

11. Определение параметров модели объекта при синусоидальном воздействии на базе АСР с контроллером ПЛК;
12. Автоматическая настройка регулятора на базе контроллера ПЛК 150.

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Курсовая работа"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 8 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Техническая реализация системы автоматизации АСР уровня в барабане котла на базе промышленных программно - технических средств Овен ПЛК.
- Техническая реализация системы автоматизации АСР температуры перегретого пара на базе промышленных программно - технических средств Квинт-СИ.
- Техническая реализация системы автоматизации АСР подачи воздуха на базе промышленных программно - технических средств SPPA-T3000.
- Техническая реализация системы автоматизации АСР разрежения в топке котла на базе промышленных программно - технических средств Контар.
- Техническая реализация системы автоматизации АСР системы отопления на базе промышленных программно - технических средств Саргон.

#### **График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 3	4 - 6	7 - 10	11 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2, 3, 4	5, 6, 7, 8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	10	25	30	35	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	10	35	65	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Краткая характеристика технологического участка как объекта автоматизации
2	Структурная схема АСР с отражением основных частей системы и связей между ними
3	Функциональная схема автоматизации технологического участка с указанием точек измерения и воздействия исполнительных устройств, спецификация применяемых технических средств измерения и автоматического регулирования (от измерительных преобразователей до исполнительных устройств) с указанием производителей или поставщиков
4	Краткая характеристика выбранного программно-технического

	комплекса
5	Алгоритмическая реализация структуры АСР
6	Схема электрических соединений: подключение измерительных преобразователей, исполнительных устройств, интерфейсных каналов связи
7	Описание цепи преобразования сигналов (для одного канала) с указанием всех физических и виртуальных устройств от измерительного преобразователя до регулирующего органа
8	Источники информации

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)											Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<b>Знать:</b>														
Основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, компьютер как средство работы с информацией.	ИД-3ПК-2	+	+	+										Интервью/Защита лабораторных работ № 3, 4 Контрольная работа/Проверка теоретических знаний (1-я половина лекционного курса 7 семестр)
Технологию проектирования систем автоматизации технологическими процессами в теплоэнергетике на современных технических средствах.	ИД-3ПК-2				+	+								Интервью/Защита лабораторных работ № 5, 6 Контрольная работа/Проверка теоретических знаний (2-я половина лекционного курса 7 семестр)
Основные виды технических средств автоматизации, применяемых при создании АСУТП в теплоэнергетике.	ИД-3ПК-2	+	+	+										Интервью/Защита лабораторных работ № 1, 2 Контрольная работа/Проверка теоретических знаний (1-я половина лекционного курса 7 семестр)
<b>Уметь:</b>														
Самостоятельно разбираться в нормативных документах по созданию систем автоматизации и применять их для решения поставленной задачи.	ИД-3ПК-2										+	+		Контрольная работа/Проверка теоретических знаний (2-я половина лекционного курса 8 семестр)
Выполнять анализ систем автоматического управления, получать статические и динамические характеристики объектов и систем управления.	ИД-3ПК-2										+	+		Интервью/Защита лабораторных работ № 11, 12

Выполнять синтез систем автоматического управления, в том числе – систем сложной структуры (многоконтурных, комбинированных).	ИД-3ПК-2								+	+	+	+	+	Интервью/Защита задания по проектированию систем автоматизации на базе промышленных ПТК
Владеть информацией о технических параметрах основных видов средств автоматизации технологических процессов.	ИД-3ПК-2	+	+	+	+	+	+							Интервью/Защита расчетного задания на проведение анализа работы релейно-импульсного регулятора (РИР) с исполнительным механизмом постоянной скорости
Владеть способностью к проведению экспериментов на объектах автоматизации, обработке и анализу полученных результатов.	ИД-3ПК-2								+	+				Интервью/Защита лабораторных работ № 9, 10  Контрольная работа/Проверка теоретических знаний (1-я половина лекционного курса 8 семестр)
Владеть навыками применения полученной информации при создании систем автоматизации технологических процессов и анализе их работы.	ИД-3ПК-2								+	+				Интервью/Защита лабораторных работ № 7, 8  Контрольная работа/Проверка теоретических знаний (1-я половина лекционного курса 8 семестр)

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

###### **7 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Проверка теоретических знаний (1-я половина лекционного курса 7 семестр) (Контрольная работа)
2. Проверка теоретических знаний (2-я половина лекционного курса 7 семестр) (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Защита лабораторных работ № 1, 2 (Интервью)
2. Защита лабораторных работ № 3, 4 (Интервью)
3. Защита лабораторных работ № 5, 6 (Интервью)
4. Защита расчетного задания на проведение анализа работы релейно-импульсного регулятора (РИР) с исполнительным механизмом постоянной скорости (Интервью)

###### **8 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Проверка теоретических знаний (2-я половина лекционного курса 8 семестр) (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Защита задания по проектированию систем автоматизации на базе промышленных ПТК (Интервью)
2. Защита лабораторных работ № 11, 12 (Интервью)
3. Защита лабораторных работ № 7, 8 (Интервью)
4. Защита лабораторных работ № 9, 10 (Интервью)
5. Проверка теоретических знаний (1-я половина лекционного курса 8 семестр) (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Зачет с оценкой (Семестр №7)

Экзамен (Семестр №8)

Курсовая работа (КР) (Семестр №8)

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.



## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Беляев, Г. Б. Технические средства автоматизации в теплоэнергетике : Учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация теплоэнергетических процессов" / Г. Б. Беляев, В. Ф. Кузицин, Н. И. Смирнов . – 1982 . – 320 с.;
2. Беккер, В. Ф. Технические средства автоматизации. Интерфейсные устройства и микропроцессорные средства : учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" направления "Автоматизированные технологии и производства" / В. Ф. Беккер . – 2-е изд . – М. : РИОР : ИНФРА-М, 2016 . – 152 с. – (Высшее образование: Бакалавриат) . - ISBN 978-5-369-01198-0 .;
3. Захахатов В. Г., Попов В. М., Афонькина В. А.- "Технические средства автоматизации", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (144 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/130159>;
4. Смирнов Ю. А.- "Технические средства автоматизации и управления", (4-е изд. стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (456 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/174286>;
5. Маслов А. А., Кайченев А. В.- "Исследование систем автоматического регулирования на базе технических и программных средств автоматизации "ОВЕН". Лабораторный практикум", Издательство: "МГТУ", Мурманск, 2015 - (172 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/142618>;
6. Аббасова Т. С., Аббасов Э. М.- "Теория автоматического управления", Издательство: "МГОТУ", Королёв, 2020 - (61 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/149439>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Acrobat Reader;
4. CODESYS;
5. 7-zip.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
9. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
10. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
12. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>

#### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-210/1а, Лаборатория микропроцессорной техники	стеллаж, стол преподавателя, стол, стул, тумба, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	В-210/1, Лаборатория автоматизации тепловых процессов	стол, стул, тумба, мультимедийный проектор, лабораторный стенд, сервер, компьютер персональный, кондиционер, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-205, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, колонки
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-210/7в, Преподавательская	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, стол для совещаний, экран, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-210/8а, Архив	шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Технические средства автоматизации

(название дисциплины)

#### 7 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Защита лабораторных работ № 1, 2 (Интервью)
- КМ-2 Защита лабораторных работ № 3, 4 (Интервью)
- КМ-3 Проверка теоретических знаний (1-я половина лекционного курса 7 семестр) (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита лабораторных работ № 5, 6 (Интервью)
- КМ-5 Защита расчетного задания на проведение анализа работы релейно-импульсного регулятора (РИР) с исполнительным механизмом постоянной скорости (Интервью)
- КМ-6 Проверка теоретических знаний (2-я половина лекционного курса 7 семестр) (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации** – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	6	9	9	12	15	17
1	Общая характеристика функционального состава ТСА.							
1.1	Общая характеристика функционального состава ТСА.		+	+	+		+	
2	Принципы реализации автоматических регуляторов на аналоговых средствах.							
2.1	Принципы реализации автоматических регуляторов на аналоговых средствах.		+	+	+		+	
3	Функциональные преобразования электрических средств автоматики.							
3.1	Функциональные преобразования электрических средств автоматики.		+	+	+		+	
4	Промышленные исполнительные устройства автоматики							
4.1	Промышленные исполнительные устройства автоматики					+	+	+
5	Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах.							
5.1	Промышленные комплексы ТСА на аналоговых средствах.					+	+	+
6	Расчетное задание.							
6.1	Анализ работы релейно-импульсного регулятора (РИР) с исполнительным механизмом постоянной скорости.						+	

Вес КМ, %:	15	15	15	15	25	15
------------	----	----	----	----	----	----

### 8 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Защита лабораторных работ № 7, 8 (Интервью)
- КМ-2 Защита лабораторных работ № 9, 10 (Интервью)
- КМ-3 Проверка теоретических знаний (1-я половина лекционного курса 8 семестр) (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита лабораторных работ № 11, 12 (Интервью)
- КМ-5 Защита задания по проектированию систем автоматизации на базе промышленных ПТК (Интервью)
- КМ-6 Проверка теоретических знаний (2-я половина лекционного курса 8 семестр) (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	6	9	9	12	15	17
1	Принципы реализации алгоритмов управления и функциональных преобразований в микропроцессорных контроллерах.							
1.1	Принципы реализации алгоритмов управления и функциональных преобразований в микропроцессорных контроллерах.		+	+	+		+	
2	Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем управления.							
2.1	Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем управления.		+	+	+		+	
3	Промышленные малоканальные микропроцессорные контроллеры.							
3.1	Промышленные малоканальные микропроцессорные контроллеры.					+	+	+
4	Программно-технические комплексы для АСУ ТП крупных объектов управления.							
4.1	Программно-технические комплексы для АСУ ТП крупных объектов управления.					+	+	+
5	Курсовая работа							
5.1	Техническая реализация системы автоматизации технологического участка на базе промышленных программно - технических средств.						+	
Вес КМ, %:			15	15	15	15	25	15

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Технические средства автоматизации

(название дисциплины)

#### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Контроль соблюдения графика получения задания
- КМ-2 Контроль выполнения первого этапа курсовой работы
- КМ-3 Контроль выполнения второго этапа курсовой работы
- КМ-4 Оценка процентов и качества выполнения работы

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	10	15
1	Краткая характеристика технологического участка как объекта автоматизации		+	+		+
2	Структурная схема АСР с отражением основных частей системы и связей между ними		+	+		+
3	Функциональная схема автоматизации технологического участка с указанием точек измерения и воздействия исполнительных устройств, спецификация применяемых технических средств измерения и автоматического регулирования (от измерительных преобразователей до исполнительных устройств) с указанием производителей или поставщиков		+	+		+
4	Краткая характеристика выбранного программно-технического комплекса		+	+		+
5	Алгоритмическая реализация структуры АСР		+		+	+
6	Схема электрических соединений: подключение измерительных преобразователей, исполнительных устройств, интерфейсных каналов связи		+		+	+
7	Описание цепи преобразования сигналов (для одного канала) с указанием всех физических и виртуальных устройств от измерительного преобразователя до регулирующего органа		+		+	+
8	Источники информации		+		+	+
Вес КМ, %:			10	25	30	35