



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ  
 П.В.Луканин  
 2018 года

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.Б.07**  
 (индекс дисциплины)

Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии

(Наименование дисциплины)

Кафедра **32**  
 Код

Автоматизации технологических процессов и производств

(Наименование кафедры)

Направление подготовки:

13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль подготовки:

Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования:

Магистратура

### План учебного процесса


Составляющие учебного плана		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	72		72
	Аудиторные занятия	28		8
	Лекции	14		4
	Лабораторные занятия	0		0
	Практические занятия	14		4
	Самостоятельная работа	8		55
	Промежуточная аттестация	36		9
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	2		2
	Зачёт			
	Контрольная работа			2
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		2		2
Семестр		2		2

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА


На основании учебных планов № m130401-1, zm 130401

Кафедра-разработчик: Автоматизации технологических процессов и производств  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:  Ковалев Д.А.  
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:  Сморodin С.Н.  
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

Методический отдел:

 Смирнова В.Г.  
(Ф.И.О. сотрудника отдела, подпись)

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области основ автоматического управления, необходимых для исследования и проектирования систем и средств автоматизации и управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии.

## 1.3. Задачи дисциплины

Основными задачами дисциплины является формирование у студентов практических навыков анализа и синтеза систем автоматического управления.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-4	готовностью к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов.	1
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) основные формы и структурные схемы систем автоматического управления. 2) основные алгоритмы управления технологическими процессами. Уметь: 1) выбирать структуру системы автоматического управления 2) выбора типа регулятора для эффективного управления технологическими процессами. Владеть: 1) методами расчета настроек регуляторов. 2) методами оформления документации на разрабатываемые системы автоматического управления.		
ПК-6	готовностью применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях.	1
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) аналитические и численные методы при разработке математических моделей систем автоматического управления, методы их анализа и синтеза. 2) методы проведения диагностики систем управления. Уметь: 1) выбирать структуру системы автоматического управления и рассчитывать ее элементы, обеспечивающие выполнение требований к качеству управления конкретными объектами автоматизации. 2) проводить анализ систем управления технологическими процессами Владеть: 1) методами стандартных испытаний систем автоматического управления. 2) техническими средствами АСУТП.		

## 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущих уровнях образования подготовки.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Математическое описание объектов управления</b>			
Тема 1. Основные характеристики и свойства объектов регулирования Основные понятия и определения теории автоматического управления. Терминология и стандарты. Характеристики систем. Классификация систем управления. История появления и развития автоматических систем.	3		8
Тема 2. Методы математического описания объектов регулирования Общая характеристика различных видов математического описания автоматических систем. Виды математического описания непрерывных систем. Математические модели и преобразование Лапласа в задачах теории управления.	4		8
<b>Текущий контроль 1.</b> опрос	2		
<b>Учебный модуль 2. Промышленные регуляторы</b>			
Тема 3. Функциональная схема автоматического регулятора Типовая функциональная схема системы автоматического управления. Последовательное, параллельное и комбинированное соединения типовых динамических звеньев. Понятие обратной связи. Правила преобразования структурных схем.	4		8
Тема 4. Классификация регуляторов Виды коррекции. Корректирующие звенья последовательного типа. Корректирующие звенья параллельного типа. Способы увеличения запасов устойчивости систем управления. Понятие типового алгоритма управления. Классификация типовых алгоритмов управления.	4		8
<b>Текущий контроль 2.</b> опрос	2		
<b>Учебный модуль 3. Расчет настроек регуляторов в линейных непрерывных системах</b>			
Тема 5. Расчет настроек регуляторов Выбор алгоритма управления. П-регулятор. ПИ-регулятор. ПД-регулятор. И регулятор. ПИД-регулятор. Упрощенные формулы для расчета настроек регуляторов. Методы расчета настроек регуляторов.	4		8
Тема 6. Расчет настроек цифровых регуляторов Общие сведения о цифровых системах. Дискретные алгоритмы управления и дискретная коррекция. Аналого-цифровые преобразователи. Цифро-аналоговые преобразователи. Синтез систем управления с ЦВМ.	4		8
<b>Текущий контроль 3.</b> опрос	2		
<b>Учебный модуль 4. Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии</b>			
Тема 7. Регулирование основных параметров технологических процессов Применение пакетов SCADA-систем. Назначение, цели и задачи SCADA-систем. Области применения SCADA-систем. Классификация SCADA-систем. Зарубежные SCADA-системы. Российские SCADA-системы.	4		8
Тема 8. Типовые схемы автоматизации технологических процессов Следящие системы автоматического управления. Автоматизация гидромеханических процессов. Автоматизация тепловых процессов. Автоматизация массообменных процессов. Автоматизация реакторных процессов.	4		7
<b>Текущий контроль 4.</b> опрос	2		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b> экзамен	<b>36</b>		<b>9</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>72</b>		<b>72</b>

## 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	1			2	0,5
2	2	1			2	0,5

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
3	2	2			2	0,5
4	2	2			2	0,5
5	2	2			2	0,5
6	2	2			2	0,5
7	2	2			2	0,5
8	2	2			2	0,5
<b>ВСЕГО:</b>		<b>14</b>				<b>4</b>

### 3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Исследование функциональных элементов САУ.	2	1			2	0,5
2	Исследование динамических свойств типовых звеньев.	2	1			2	0,5
3	Структурное представление систем управления.	2	2			2	0,5
4	Исследование типовых алгоритмов управления.	2	2			2	0,5
5	Упрощенные формулы для расчета настроек регуляторов.	2	2			2	0,5
6	Частотные методы расчета настроек регуляторов.	2	2			2	0,5
7	Методы расчета настроек цифровых регуляторов.	2	2			2	0,5
8	Расчет системы управления теплообменных аппаратов.	2	2			2	0,5
<b>ВСЕГО:</b>		<b>14</b>					<b>4</b>

### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3,4	Опрос	2	4				

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	4				27
Подготовка к практическим занятиям	2	4				28
Подготовка к экзамену	2	36				9
<b>ВСЕГО:</b>		<b>44</b>				<b>64</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено.

### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Андрияшин А.В. Управление и инноватика в теплоэнергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андрияшин А.В., Сабанин В.Р., Смирнов Н.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 392 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55954>. — ЭБС «IPRbooks».

2. Основы сертификации, стандартизации и управления качеством продукции [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.И. Шарапов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 184 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55123>.— ЭБС «IPRbooks».

#### б) дополнительная учебная литература

3. Мартыненко Г.Н. Основы автоматизации тепловых процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мартыненко Г.Н., Исанова А.В., Лукьяненко В.И.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 70 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55053>.— ЭБС «IPRbooks».

4. Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс]: учебник/ Схиртладзе А.Г., Федотов А.В., Хомченко В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 459 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37830>.— ЭБС «IPRbooks».

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Музылева И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям/ Музылева И.В., Муравьев А.А.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22938>.— ЭБС «IPRbooks»

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека СПб ГУПТД [Электронный ресурс] URL:- <http://www.iprbookshop.ru>.  
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс] URL:- [http://nizrp.narod.ru/ebmu\\_m.htm](http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm).

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1  
2. Microsoft Office Professional 2013  
3. PTC Mathcad 15

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Стандартно оборудованная аудитория.  
2. Видеопроектор с экраном.

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

Презентации по темам лекций.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.</p>
Практические занятия	Работа с текстами из списка основной учебной литературы, решение задач, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение материала на занятиях с использованием компьютерных технологий.
Самостоятельная работа	<p>Изучение основной и дополнительной литературы, включая справочные издания и конспект лекций; изучение терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в данном курсе.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо проработать теоретический материал, рекомендуемую литературу, составить алгоритмы ответов на вопросы к экзамену, продумать ответы на возможные дополнительные вопросы преподавателя.</p>

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-4(1)	<p>1. Разбирается в основных формах и структурных схемах САУ, понимает основные алгоритмы управления технологическими процессами.</p> <p>2. Способен выбирать структуру системы автоматического управления и тип регулятора для эффективного управления технологическими процессами.</p> <p>3. Демонстрирует владение методами расчета настроек регуляторов, оформления документации на разрабатываемые САУ.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое типовое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к экзамену (40 вопросов).</p> <p>2. Перечень практических заданий (10 вариантов).</p>
ПК-6(1)	<p>1. Демонстрирует знание аналитических и численных методов при разработке математических моделей САУ, а также знание методов проведения диагностики систем управления.</p> <p>2. Способен выбирать структуру САУ и рассчитывать ее элементы, проводить анализ систем управления технологическими процессами.</p> <p>3. Владеет методами стандартных испытаний систем автоматического управления.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое типовое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к экзамену (40 вопросов).</p> <p>2. Перечень практических заданий (10 вариантов).</p>

## 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
отлично	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных законов и критериев, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных законов и их значение для последующей профессиональной деятельности.	Получил правильный ответ при решении практического задания и может его интерпретировать.
хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных законов и критериев, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Получил правильный ответ при решении практического задания, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать законы и критерии, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере реализовать ее решение.
неудовлетворительно	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы и критерии; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, представил чужую работу, отказался от выполнения задания.

## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

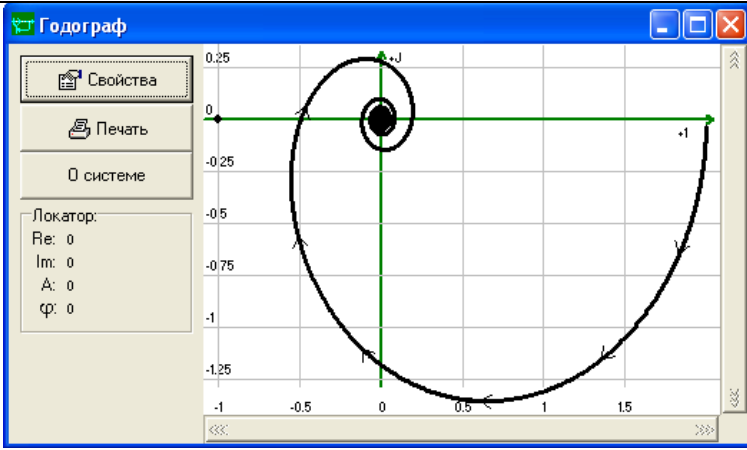
№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	История развития теории управления.	1
2	Основные понятия и определения.	1



3	Принципы управления.	1
4	Типовая функциональная схема СУ.	1
5	Классификация САУ.	1
6	Динамические свойства звеньев систем управления.	2
7	Инерционное звено первого порядка.	2
8	Колебательное звено.	2
9	Дифференцирующие звенья.	2
10	Форсирующее звено.	2
11	Основные способы соединения звеньев.	3
12	Правила преобразования структурных схем.	3
13	Понятие обратной связи.	3
14	Последовательное, параллельное и комбинированное соединения типовых динамических звеньев.	3
15	Виды коррекции.	4
16	Корректирующие звенья последовательного типа.	4
17	Корректирующие звенья параллельного типа.	4
18	Способы увеличения запасов устойчивости систем управления.	4
19	Классификация типовых алгоритмов управления	4
20	Понятие типового алгоритма управления.	4
21	Выбор алгоритма управления.	5
22	П-регулятор.	5
23	И-регулятор.	5
24	ПИ-регулятор.	5
25	ПД-регулятор.	5
26	Общие сведения о цифровых системах.	6
27	Дискретные алгоритмы управления и дискретная коррекция.	6
28	Аналого-цифровые преобразователи.	6
29	Цифро-аналоговые преобразователи.	6
30	Синтез систем управления с ЦВМ.	6
31	Регулирование основных параметров технологических процессов.	7
32	Применение пакетов SCADA-систем.	7
33	Назначение, цели и задачи SCADA-систем.	7
34	Области применения SCADA-систем.	7
35	Классификация SCADA-систем.	7
36	Типовые схемы автоматизации технологических процессов.	8
37	Следящие системы автоматического управления.	8
38	Автоматизация гидромеханических процессов.	8
39	Автоматизация тепловых процессов.	8
40	Автоматизация массообменных процессов.	8

### 10.2.2. Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	<p>Построить Годограф (АФЧХ) и ЛАФЧХ следующего звена:</p> $W(p) = \frac{12}{13 \cdot p + 1},$ <p>где <math>p</math> – оператор Лапласа.</p>	

<p>2 Построить Годограф (АФЧХ), а так же ЛАЧХ и ЛФЧХ следующей передаточной функции:</p> $W(p) = \frac{2}{13 \cdot p + 1} \cdot \exp[-6 \cdot p],$ <p>где <math>p</math> – оператор Лапласа.</p>	
--	--

**10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций**

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная

**10.3.3. Особенности проведения экзамена**

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 40 минут.