

**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: Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Управление и инноватика в теплоэнергетике**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Фараонов Г.В.
	Идентификатор	R9c1c8a01-FarafonovGV-32cb47d8

(подпись)

Г.В.  
Фараонов  
(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

(подпись)

Ю.В.  
Шацких  
(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орлов К.А.
	Идентификатор	R24178de8-OrlovKA-0ab64072

(подпись)

К.А. Орлов  
(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен проводить расчеты объектов профессиональной деятельности с учетом их экономической эффективности

ИД-2 Демонстрирует знание основных принципов, структур и алгоритмов управления объектами теплоэнергетики

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Динамические характеристики. (Тестирование)
2. Правила преобразования характеристик соединений элементарных звеньев (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторных работ 1-6 (Перекрестный опрос)
2. Изучение устойчивости динамических систем с обратной связью. (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Основные понятия управления, термины и определения					
Основные понятия управления, термины и определения	+				
Математическое описание динамических систем					
Математическое описание динамических систем	+				
Элементарные динамические звенья и их соединения					
Элементарные динамические звенья и их соединения			+		
Устойчивость динамических систем					
Устойчивость динамических систем			+	+	

Схемы регулирования и алгоритмы работы регуляторов				
Схемы регулирования и алгоритмы работы регуляторов		+		
Оптимизация динамических систем				
Оптимизация динамических систем			+	+
Технические средства автоматизации управления				
Технические средства автоматизации управления			+	
Логические системы управления				
Логические системы управления			+	+
Перспективные технологии управления				
Перспективные технологии управления				+
Инноватика и проектирование АСУТП				
Инноватика и проектирование АСУТП				+
Типовые схемы регулирования				
Типовые схемы регулирования				+
Вес КМ:	20	20	20	40

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-2ПК-1 Демонстрирует знание основных принципов, структур и алгоритмов управления объектами теплоэнергетики	<p>Знать:</p> <p>существующие технические решения структур автоматических систем управления типовые алгоритмы автоматического управления основные свойства объектов управления, методы математического описания, анализа и синтеза динамических систем основные функции, структуру и задачи автоматических и автоматизированных систем управления</p> <p>Уметь:</p> <p>выполнять синтез систем автоматического управления, в том числе – систем сложной структуры (многоконтурных,</p>	<p>Динамические характеристики. (Тестирование)</p> <p>Правила преобразования характеристик соединений элементарных звеньев (Тестирование)</p> <p>Изучение устойчивости динамических систем с обратной связью. (Расчетно-графическая работа)</p> <p>Защита лабораторных работ 1-6 (Перекрестный опрос)</p>

		комбинированных) применять технические решения при выборе структуры системы автоматического управления оценивать качество работы автоматических систем управления проводить анализ систем автоматического управления, получать статические и динамические характеристики объектов и систем управления	
--	--	--	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Динамические характеристики.

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам предлагается пройти тестирование по теме: "Динамические характеристики.". Тестирование ограничено по времени, по истечении времени студенты сдают работу на проверку. Преподаватель проверяет работу и выставляет оценку согласно приведенным ниже критериям оценивания

#### Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний основных динамических характеристик

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные свойства объектов управления, методы математического описания, анализа и синтеза динамических систем</p>	<p><b>1.Статическая характеристика – это</b> <b>А)</b> характеристика неподвижного в пространстве объекта; <b>Б)</b> зависимость выходной величины объекта от времени при подаче на вход ступенчатого возмущения и нулевых начальных условиях; <b>В)</b> зависимость выходной величины объекта от входного воздействия в установившемся режиме; <b>Г)</b> характеристика объекта, на который не действуют случайные возмущения. Ответ: В</p> <p><b>2.Динамическая характеристика – это</b> <b>А)</b> зависимость изменения выходных переменных от входных и от времени; <b>Б)</b> характеристика объекта, математическая модель которого полностью известна; <b>В)</b> зависимость выходной величины объекта от входного воздействия в статическом режиме; <b>Г)</b> характеристика объекта, на который не действуют случайные возмущения. Ответ: А</p> <p><b>3.Автоматическое управление –</b> <b>А)</b> управление, осуществляемое без участия человека с помощью специального устройства; <b>Б)</b> управление объектом на расстоянии; <b>В)</b> управление, осуществляемое человеком; <b>Г)</b> управление, осуществляемое специальным устройством под надзором человека. Ответ: А</p> <p><b>4.Разомкнутая система управления</b> <b>А)</b> применяется для управления недетерминированными объектами; <b>Б)</b> система, в которой нет регулирующего</p>
---	---

	<p>(управляющего) органа;  <b>В)</b> является незамкнутой и не имеет обратной связи;  <b>Г)</b> является незамкнутой, и в ее состав не входит регулятор.          Ответ: В</p> <p><b>5.Замкнутая система управления</b>  <b>А)</b> применяется для управления недетерминированными объектами;  <b>Б)</b> система, в которой нет регулирующего (управляющего) органа;  <b>В)</b> является незамкнутой и не имеет обратной связи;  <b>Г)</b> является замкнутой, и в ее состав входит обратная связь.          Ответ: Г</p>
<p>Уметь: выполнять синтез систем автоматического управления, в том числе – систем сложной структуры (многоконтурных, комбинированных)</p>	<p><b>1.Автоматизированная система управления –</b>  <b>А)</b> система управления, работающая без участия человека;  <b>Б)</b> система дистанционного управления объектом на расстоянии;  <b>В)</b> совокупность регулятора и объекта;  <b>Г)</b> система управления, в которой процесс управления осуществляется специальным устройством под надзором человека.          Ответ: Г</p> <p><b>2.Задающее устройство (задатчик):</b>  <b>А)</b> формирует сигнал задания (сигнал о том, чему должна быть равна регулируемая величина);  <b>Б)</b> формирует сигнал рассогласования (разность между заданием и регулируемой величиной);  <b>В)</b> формирует регулирующее воздействие;  <b>Г)</b> формирует возмущающее воздействие.          Ответ: А</p> <p><b>3.Пример регулирующего органа:</b>  <b>А)</b> датчик температуры;  <b>Б)</b> электрический двигатель;  <b>В)</b> мембранный клапан;  <b>Г)</b> блок питания.          Ответ: В</p> <p><b>4.Сигнал рассогласования:</b>  <b>А)</b> разность между регулирующим и возмущающим воздействием;  <b>Б)</b> разность между задающим воздействием и регулируемой величиной;  <b>В)</b> разность между задающим воздействием и регулирующим воздействием;  <b>Г)</b> разность между регулирующим и возмущающим воздействием.          Ответ:Б</p>

**Описание шкалы оценивания:**



Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

## **КМ-2. Правила преобразования характеристик соединений элементарных звеньев**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам предлагается пройти тестирование по теме: "Правила преобразования динамических характеристик соединений элементарных звеньев". Тестирование ограничено по времени, по истечении времени студенты сдают работу на проверку. Преподаватель проверяет работу и выставляет оценку согласно приведенным ниже критериям оценивания

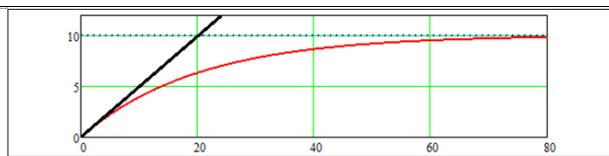
### **Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний правил преобразования динамических характеристик соединений элементарных звеньев

### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные функции, структуру и задачи автоматических и автоматизированных систем управления	1. При последовательном соединении амплитудно-частотные характеристики отдельных звеньев: А) складываются Б) умножаются В) равны нулю Ответ: Б  2. При последовательном соединении фазово-частотные характеристики отдельных звеньев: А) умножаются Б) складываются В) равны нулю Ответ: Б  3. При параллельном соединении частотные характеристики отдельных звеньев: А) складываются по правилу параллелограмма (векторное сложение) Б) амплитудно-частотные складываются алгебраически, фазово-частотные характеристики перемножаются В) амплитудно-частотные равны нулю, фазово-
---	---

	<p>частотные характеристики перемножаются Г) и амплитудно-частотные, и фазово-частотные характеристики перемножаются Ответ: А</p> <p>4. При последовательном соединении переходные характеристики отдельных звеньев: А) складываются Б) умножаются В) равны нулю Ответ: Б</p> <p>5. При параллельном соединении переходные характеристики отдельных звеньев: А) складываются Б) умножаются В) равны нулю Ответ: А</p>																												
<p>Уметь: применять технические решения при выборе структуры системы автоматического управления</p>	<p>1. Установить соответствие между первой и второй колонками.</p> <table border="1" data-bbox="735 813 1481 1697"> <tr> <td>1</td> <td>Переходная характеристика</td> <td>А</td> <td>это единичное ступенчатое воздействие.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Кривая разгона</td> <td>Б</td> <td>это дельта-функция.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Импульсная переходная характеристика</td> <td>В</td> <td>это знаменатель передаточной функции .</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Передаточная функция системы</td> <td>Г</td> <td>это реакция объекта/системы на функцию Дирака.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Функция Хевисайда</td> <td>Д</td> <td>это реакция объекта/системы на функцию Хевисайда.</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Функция Дирака</td> <td>Е</td> <td>это отношение преобразованной по Лапласу выходной величины системы к преобразованному по Лапласу входному воздействию при нулевых начальных условиях.</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Характеристическое уравнение системы</td> <td>Ж</td> <td>это реакция объекта/системы на ступенчатое воздействие произвольной величины.</td> </tr> </table> <p>Ответ: 1-Д, 2-Ж, 3-Г, 4-Е, 5-А, 6-Б, 7-В</p> <p>2. На рисунке приведена переходная характеристика некоторого элементарного звена. Определите, какое это звено и выберите правильный вариант его передаточной функции с численными параметрами</p>	1	Переходная характеристика	А	это единичное ступенчатое воздействие.	2	Кривая разгона	Б	это дельта-функция.	3	Импульсная переходная характеристика	В	это знаменатель передаточной функции .	4	Передаточная функция системы	Г	это реакция объекта/системы на функцию Дирака.	5	Функция Хевисайда	Д	это реакция объекта/системы на функцию Хевисайда.	6	Функция Дирака	Е	это отношение преобразованной по Лапласу выходной величины системы к преобразованному по Лапласу входному воздействию при нулевых начальных условиях.	7	Характеристическое уравнение системы	Ж	это реакция объекта/системы на ступенчатое воздействие произвольной величины.
1	Переходная характеристика	А	это единичное ступенчатое воздействие.																										
2	Кривая разгона	Б	это дельта-функция.																										
3	Импульсная переходная характеристика	В	это знаменатель передаточной функции .																										
4	Передаточная функция системы	Г	это реакция объекта/системы на функцию Дирака.																										
5	Функция Хевисайда	Д	это реакция объекта/системы на функцию Хевисайда.																										
6	Функция Дирака	Е	это отношение преобразованной по Лапласу выходной величины системы к преобразованному по Лапласу входному воздействию при нулевых начальных условиях.																										
7	Характеристическое уравнение системы	Ж	это реакция объекта/системы на ступенчатое воздействие произвольной величины.																										



А)  $W(s) = \frac{10s}{20s+1}$ ;    Б)  $W(s) = 5 \cdot \frac{10s+1}{20s+1}$ ;    В)  $W(s) = \frac{10}{20s+1}$ ;  
 Г)  $W(s) = \frac{20}{10s+1}$ ;    Д)  $W(s) = \frac{1}{10s}$

Правильный ответ: В

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

### КМ-3. Изучение устойчивости динамических систем с обратной связью.

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдаются задания по вариантам, которые они должны выполнить в срок

#### Краткое содержание задания:

Требуется составить техническое задание на проектирование комплекса технических средств для создания системы автоматического регулирования (АСР) температуры нагреваемой воды  $q$  изменением расхода греющей воды  $G$ .

В техническом задании разработать:

- структурную схему одноконтурной системы регулирования,
- по заданной структуре и параметрах передаточной функции подобрать тип алгоритма регулирования и оптимальные параметры выбранного регулятора, обеспечивающего при заданном запасе устойчивости техническое требование о недопустимости отклонения регулируемой температуры воды  $q$  за пределы заданного значения,
- рекомендовать тип регулятора и его оптимальные параметры,
- графики переходных процессов в АСР полученные при заданном ступенчатом возмущении.

В качестве линейной математической модели объекта регулирования принято дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами. Переменными уравнения являются для работающего, горячего теплообменника отклонения от

статических, рассчитанных в проекте значений температуры нагреваемой воды и расхода греющей воды

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: существующие технические решения структур автоматических систем управления</p>	<p>1.1. Динамические характеристики типовых линейных алгоритмов регулирования. Показать признаки линейности.                  2.2. Нелинейные алгоритмы регулирования. Статическая характеристика релейного элемента и работа позиционного регулятора. Достоинство и недостатки нелинейных регуляторов.                  3.3. Понятие оптимально настроенной системы регулирования. Сравнительная характеристика переходных процессов в замкнутой автоматической системе регулирования с различными оптимально настроенными линейными регуляторами и позиционным регулятором.                  4.4. Определение по Ляпунову устойчивости в большом и устойчивости в малом (абсолютной устойчивости). Практическое значение определения устойчивости по Ляпунову. Понятие фазовых траекторий.                  5.5. Связь корней характеристического уравнения дифференциального уравнения динамической системы с видом переходных процессов, Критерии и показатели устойчивости.                  6.6. Частотный критерий устойчивости. Аналитический метод расчета границы устойчивости систем регулирования в плоскости параметров ПИ-регулятора.                  7.7. Понятие запаса устойчивости. Показатели запаса устойчивости. Аналитический метод расчета границы заданного запаса устойчивости систем регулирования в плоскости параметров ПИ-регулятора.                  8.8. Понятие оптимально настроенной системы регулирования. Показатели качества регулирования.</p>
<p>Уметь: оценивать качество работы автоматических систем управления</p>	<p>1.1. Типовые законы регулирования. Показать сравнительную характеристику переходных процессов в системах регулирования с оптимально настроенными регуляторами, реализующими типовые законы регулирования.                  2.2. Понятие устойчивости динамических систем. Показать связь корней характеристического уравнения динамической системы с ее устойчивостью.                  3.3. Что такое запас устойчивости? Для чего он вводится?                  4.4. Частотный критерий устойчивости Найквиста. Как он используется в практических расчетах систем регулирования?                  5.5. Что такое качество работы системы</p>

	<p>автоматического регулирования? Какие есть объективные показатели качества?</p> <p>6.6. В чем состоит цель оптимизации системы регулирования?</p> <p>7.7. Что такое регулирующий орган и исполнительный механизм в системе автоматического регулирования в теплоэнергетике?</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-4. Защита лабораторных работ 1-6**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Перекрестный опрос

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** После выполнения лабораторных работ студент сдает отчеты о выполнении преподавателю. Преподаватель проверяет правильность выполнения отчета и допускает студента к защите. Во время защиты преподаватель задает студенту вопросы либо задачи по темам лабораторных работ.

**Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний и навыков моделирования систем управления и их отдельных элементов

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: типовые алгоритмы автоматического управления</p>	<p>1.1. Приведите математическое описание входного воздействия в виде ступенчатой функции.</p> <p>2.2. Как с использованием дифференциального уравнения получить аналитическое выражение переходной характеристики динамического звена?</p> <p>3.3. Дайте понятие интегрального преобразования Фурье и аналитического выражения для частотных характеристик.</p> <p>4.4. Как в программе Mathcad по известной передаточной функции вычислить ординаты переходной характеристики?</p> <p>5.5. Расскажите порядок определения точек для нескольких частот на комплексной плоскости для двух параллельно соединенных З-звена и П-звена.</p>
--	--

	<p>6.6. Расскажите порядок определения точек на комплексной плоскости для двух и для трех последовательно соединенных А-звеньев с отрицательной обратной связью.</p> <p>7.7.Что такое степень затухания колебательного переходного процесса?</p> <p>8.8.Что значит замкнутая и разомкнутая динамическая система с об-ратной связью?</p> <p>9.9.Если система находится на границе устойчивости (незатухающие колебания), чем характерен годограф КЧХ её разомкнутого контура?</p> <p>10.10.Чему равна, или в каких пределах изменяется степень затухания в системе, находящейся внутри области устойчивости?</p> <p>11.11.Чему равна, или в каких пределах изменяется степень колебательности в системе, находящейся на границе устойчивости?</p>
<p>Уметь: проводить анализ систем автоматического управления, получать статические и динамические характеристики объектов и систем управления</p>	<p>1.1. Каким образом из графика переходной характеристики определить параметры А звена?</p> <p>2.2. Каким образом, зная дифференциальное уравнение линейной динамической системы, записать ее передаточную функцию?</p> <p>3.3. Дайте общие сведения об интегральном преобразовании Лапласа и области его применения.</p> <p>4.4. Как зависит от частоты фазовый сдвиг выходных гармонических колебаний относительно входных для И-звена?</p> <p>5.5. Почему фазовый сдвиг для З-звена с увеличением частоты линейно возрастает?</p> <p>6.6. В каком квадранте комплексной плоскости расположена КЧХ РД-звена?</p> <p>7.7. Можно ли определить переходную характеристику параллельного соединения звеньев по известным для этих звеньев КЧХ ?</p> <p>8.8. Как построить годограф КЧХ для последовательного соединения если заданы годографы КЧХ входящих в соединение звеньев ?</p> <p>9.9. Как аналитически определяется КЧХ для последовательного соединения известных звеньев ?</p> <p>10.10. Как аналитически рассчитать переходную характеристику последовательного соединения звеньев по известным для этих звеньев аналитическим выражениям КЧХ ?</p> <p>11.11. Как построить линию границы области заданного запаса устойчивости АСР в координатах настроечных параметров ПИ-регулятора?</p> <p>12.12. Покажите на одних осях качественный вид переходных процессов в АСР с П , И и ПИ регуляторами.</p> <p>13.13. Чем характерен переходный процесс в АСР с ПИ регулятором при настройках в точке КР / <math>T_i \max</math>, на линии <math>m=mзд</math>?</p>

	<p>14.14. Как изменится вид переходного процесса в АСР с П регулятором, если “m” увеличить?</p> <p>15.15. Как изменится вид переходного процесса в АСР с П регулятором, если “m” уменьшить?</p> <p>16.16. Как изменится вид переходного процесса в АСР с И регулятором, если “m” увеличить?</p> <p>17.17. Как изменится вид переходного процесса в АСР с ПИ регулятором, если “m” уменьшить?</p> <p>18.18. Нарисовать структурную схему АСР. Пояснить термины “регулируемая величина”, “регулирующее воздействие”. Пояснить назначение регулятора.</p> <p>19.19. Из за чего возможна неустойчивость АСР?</p> <p>20.20. Как экспериментально определить устойчивость АСР?</p> <p>21.21. Как по степени затухания переходного процесса определить запас устойчивости АСР?</p> <p>22.22. Почему коэффициент усиления регулятора не должен быть слишком большим и не слишком маленьким?</p> <p>23.23. Качественно построить график переходной характеристики для последовательно соединенных с отрицательной обратной связью интегрирующего звена с постоянной времени 10 с и запаздывающего звена с временем запаздывания 20 с.</p> <p>24.24. Последовательно соединены и охвачены отрицательной обратной связью пропорциональное звено с коэффициентом передачи 2 ед.вых/ед.вх. и интегрирующее звено с постоянной времени 20 с. Чему равна мнимая составляющая точки КЧХ схемы соединения для частоты 0,1 рад./с?</p> <p>25.25. Последовательно соединены и охвачены отрицательной обратной связью пропорциональное звено с коэффициентом передачи 3 ед.вых/ед.вх. и интегрирующее звено с постоянной времени 40 с. Чему равно значение АЧХ схемы соединения для частоты 0,1 рад./с?</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 6 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Понятие устойчивости динамических систем. Связь корней характеристического уравнения дифференциального уравнения динамической системы с видом переходных процессов.
2. Правила преобразования динамических характеристик при параллельном соединении звеньев. Показать на примерах переходных характеристик и комплексных частотных характеристик.
3. Даны параметры А-звена,  $K_a = 1,1$  ед. вых./ед. вх.,  $T_a = 25$  с. Построить переходную характеристику кривую разгона для ступенчатого входного воздействия  $X = 1,5$  ед. По трем точкам:  $\omega_0 = 0$ , для частоты, при которой ФЧХ,  $\varphi(\pi_1) = -\pi/4$  рад., и для частоты  $\omega_2$ , равной бесконечности, построить КЧХ А-звена.

### Процедура проведения

Студент отвечает преподавателю на вопросы

#### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-1 Демонстрирует знание основных принципов, структур и алгоритмов управления объектами теплоэнергетики

#### **Вопросы, задания**

- 1.1. Правила преобразования динамических характеристик при параллельном соединении звеньев. Показать на примерах переходных характеристик и комплексных частотных характеристик.
- 2.2. Правила преобразования динамических характеристик при параллельном соединении звеньев. Показать на примерах переходных характеристик и комплексных частотных характеристик.
- 3.3. Основные положения метода расчета оптимальных настроек регуляторов с использованием расширенных комплексных частотных характеристик. Показать характер изменения вида переходных процессов в точках плоскости параметров ПИ-регулятора.
- 4.4. Понятие оптимально настроенной системы регулирования.
- 5.5. Показатели качества регулирования. Анализ переходных процессов в АСР.
- 6.6. Структурная схема и работа регулирующего устройства на основе релейного элемента охваченного обратной связью.
- 7.7. Правила преобразования динамических характеристик в схемах соединений звеньев с обратными связями. Роль знака обратной связи. Показать на примере переходной характеристики и комплексной частотной характеристики последовательного соединения интегрирующего и апериодического звеньев с отрицательной единичной обратной связью.
- 8.8. Структурная схема и работа цифрового ПИ-регулятора с широтно-импульсным модулятором и с исполнительным механизмом постоянной скорости.



9.9. Даны параметры РД- звена,  $K_d = 1,2$  ед. вых./ед. вх.,  $T_d = 20$  с. Построить переходную характеристику и кривую разгона для ступенчатого входного воздействия  $X = 1,6$  ед. По трем точкам:  $\omega = 0$ , для частоты, при которой ФЧХ,  $\varphi(\omega) = \pi/4$  рад., и для  $\omega$  равной бесконечности, построить КЧХ РД-звена.

10.10. Даны параметры А-звена,  $K_a = 1,1$  ед. вых./ед. вх.,  $T_a = 25$  с. Построить переходную характеристику кривую разгона для ступенчатого входного воздействия  $X = 1,5$  ед. По трем точкам:  $\omega_0 = 0$ , для частоты, при которой ФЧХ,  $\varphi(\pi) = -\pi/4$  рад., и для частоты  $\omega_2$ , равной бесконечности, построить КЧХ А-звена.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Определение динамической системы и элементарного динамического звена.

Привести примеры элементарных динамических звеньев.

Ответы:

Остаточные знания проверяются в виде письменной работы. Студент пишет ответы на вопросы в течении часа. По окончании работы студент сдает листок с ответами преподавателю.

Верный ответ: Студент должен наиболее полно осветить ответы на вопросы

2.2. Порядок экспериментального определения параметров элементарных динамических звеньев.

Ответы:

Остаточные знания проверяются в виде письменной работы. Студент пишет ответы на вопросы в течении часа. По окончании работы студент сдает листок с ответами преподавателю.

Верный ответ: Студент должен наиболее полно осветить ответы на вопросы

3.3. Порядок экспериментального определения кривых разгона и переходных характеристик.

Ответы:

Остаточные знания проверяются в виде письменной работы. Студент пишет ответы на вопросы в течении часа. По окончании работы студент сдает листок с ответами преподавателю.

Верный ответ: Студент должен наиболее полно осветить ответы на вопросы

4.4. Дано И-звено. Для ступенчатого входного воздействия  $x(t) = 3,0$  ед. вх. Получено, что в момент времени  $t_1 = 50$  с,  $y(t) = 20$  ед. вых. Определить постоянную времени ТИ звена.

Ответы:

Остаточные знания проверяются в виде письменной работы. Студент пишет ответы на вопросы в течении часа. По окончании работы студент сдает листок с ответами преподавателю.

Верный ответ: Студент должен наиболее полно осветить ответы на вопросы

5.5. Дифференциальные уравнения и методы аналитического расчета переходных характеристик.

Ответы:

Остаточные знания проверяются в виде письменной работы. Студент пишет ответы на вопросы в течении часа. По окончании работы студент сдает листок с ответами преподавателю.

Верный ответ: Студент должен наиболее полно осветить ответы на вопросы

6.6. Понятие о частотных динамических характеристиках. Для чего они используются при анализе динамических систем.

Ответы:

Остаточные знания проверяются в виде письменной работы. Студент пишет ответы на вопросы в течении часа. По окончании работы студент сдает листок с ответами преподавателю.

Верный ответ: Студент должен наиболее полно осветить ответы на вопросы 7.7. Интегральное преобразование Лапласа. Определение передаточной функции. Практические методы использования передаточных функций для анализа динамических систем.

Ответы:

Остаточные знания проверяются в виде письменной работы. Студент пишет ответы на вопросы в течении часа. По окончании работы студент сдает листок с ответами преподавателю.

Верный ответ: Студент должен наиболее полно осветить ответы на вопросы 8.8. Интегральное преобразование Фурье. Определение комплексной частотной характеристики (КЧХ). Комплексные частотные характеристики элементарных динамических звеньев.

Ответы:

Остаточные знания проверяются в виде письменной работы. Студент пишет ответы на вопросы в течении часа. По окончании работы студент сдает листок с ответами преподавателю.

Верный ответ: Студент должен наиболее полно осветить ответы на вопросы 9.9. Экспериментальное определение точек КЧХ. Требуемая аппаратура, постановка эксперимента, порядок обработки экспериментальных данных.

Ответы:

Остаточные знания проверяются в виде письменной работы. Студент пишет ответы на вопросы в течении часа. По окончании работы студент сдает листок с ответами преподавателю.

Верный ответ: Студент должен наиболее полно осветить ответы на вопросы 10.10. Структурная схема параллельного соединения звеньев. Правила преобразования передаточных функций для параллельного соединения звеньев. Построить переходную характеристику для параллельного соединения И- и А-звена для  $T_I = 25$  с.,  $T_A = 10$  с. и  $K_A = 2$  ед.вых./ед.вх.

Ответы:

Остаточные знания проверяются в виде письменной работы. Студент пишет ответы на вопросы в течении часа. По окончании работы студент сдает листок с ответами преподавателю.

Верный ответ: Студент должен наиболее полно осветить ответы на вопросы

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

### *III. Правила выставления итоговой оценки по курсу*

Оценка за освоение дисциплины ставится по совокупности оценок за контрольные мероприятия