

**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**

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

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

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

(подпись)

Г.В.  
Фарафонов  
(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

С.В. Мезин  
(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черняев А.Н.
	Идентификатор	R7a97f450-ChernyaevAN-b37575e

(подпись)

А.Н. Черняев  
(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>проводить анализ систем автоматического управления, получать статические и динамические</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>

		характеристики объектов и систем управления оценивать качество работы автоматических систем управления применять технические решения при выборе структуры системы автоматического управления выполнять синтез систем автоматического управления, в том числе – систем сложной структуры (многоконтурных, комбинированных)	
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

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

	<p><b>Б)</b> система, в которой нет регулирующего (управляющего) органа;</p> <p><b>В)</b> является незамкнутой и не имеет обратной связи;</p> <p><b>Г)</b> является незамкнутой, и в ее состав не входит регулятор.</p> <p>Ответ: В</p> <p><b>5.Замкнутая система управления</b></p> <p><b>А)</b> применяется для управления недетерминированными объектами;</p> <p><b>Б)</b> система, в которой нет регулирующего (управляющего) органа;</p> <p><b>В)</b> является незамкнутой и не имеет обратной связи;</p> <p><b>Г)</b> является замкнутой, и в ее состав входит обратная связь.</p> <p>Ответ: Г</p>
<p>Уметь: выполнять синтез систем автоматического управления, в том числе – систем сложной структуры (многоконтурных, комбинированных)</p>	<p><b>1.Детерминированный объект – это</b></p> <p><b>А)</b> всегда статический объект;</p> <p><b>Б)</b> объект, математическая модель которого точно известна, и на который не действуют случайные неконтролируемые возмущения;</p> <p><b>В)</b> объект, выходящий в состав системы управления или регулирования;</p> <p><b>Г)</b> объект, имеющий несколько управляемых величин.</p> <p>Ответ: Б</p> <p><b>2.Автоматизированная система управления –</b></p> <p><b>А)</b> система управления, работающая без участия человека;</p> <p><b>Б)</b> система дистанционного управления объектом на расстоянии;</p> <p><b>В)</b> совокупность регулятора и объекта;</p> <p><b>Г)</b> система управления, в которой процесс управления осуществляется специальным устройством под надзором человека.</p> <p>Ответ: Г</p> <p><b>3.Задающее устройство (здатчик):</b></p> <p><b>А)</b> формирует сигнал задания (сигнал о том, чему должна быть равна регулируемая величина);</p> <p><b>Б)</b> формирует сигнал рассогласования (разность между заданием и регулируемой величиной);</p> <p><b>В)</b> формирует регулирующее воздействие;</p> <p><b>Г)</b> формирует возмущающее воздействие.</p> <p>Ответ: А</p> <p><b>4.Пример регулирующего органа:</b></p> <p><b>А)</b> датчик температуры;</p> <p><b>Б)</b> электрический двигатель;</p> <p><b>В)</b> мембранный клапан;</p> <p><b>Г)</b> блок питания.</p> <p>Ответ: В</p>



	<p><b>5.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.  <b>Ответ:</b>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:**

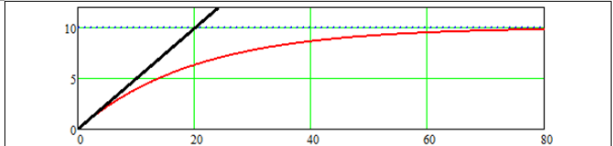
<p>Знать: основные функции, структуру и задачи автоматических и автоматизированных систем управления</p>	<p>1.При последовательном соединении амплитудно-частотные характеристики отдельных звеньев:  <b>А)</b>складываются  <b>Б)</b> умножаются  <b>В)</b> равны нулю  <b>Ответ:</b> Б</p> <p>2.При последовательном соединении фазово-</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>частотные характеристики отдельных звеньев:          А) умножаются          Б) складываются          В) равны нулю          Ответ: Б</p> <p>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-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="734 1361 1481 2072"> <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</td> </tr> </table>	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
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.

Ответ: 1-Д, 2-Ж, 3-Г, 4-Е, 5-А, 6-Б, 7-В

2. На рисунке приведена переходная характеристика некоторого элементарного звена. Определите, какое это звено и выберите правильный вариант его передаточной функции с численными параметрами



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.</p> <p>2.2. Нелинейные алгоритмы регулирования. Статическая характеристика релейного элемента и работа позиционного регулятора. Достоинство и недостатки нелинейных регуляторов.</p> <p>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.</p> <p>4.4. Определение по Ляпунову устойчивости в большом и устойчивости в малом (абсолютной устойчивости). Практическое значение определения устойчивости по Ляпунову. Понятие фазовых траекторий.</p> <p>5.5. Связь корней характеристического уравнения дифференциального уравнения динамической системы с видом переходных процессов, Критерии и показатели устойчивости.</p> <p>6.6. Частотный критерий устойчивости. Аналитический метод расчета границы устойчивости систем регулирования в плоскости параметров ПИ-регулятора.</p> <p>7.7. Понятие запаса устойчивости. Показатели запаса устойчивости. Аналитический метод расчета границы заданного запаса устойчивости систем регулирования в плоскости параметров ПИ-регулятора.</p> <p>8.8. Понятие оптимально настроенной системы регулирования. Показатели качества регулирования.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Уметь: оценивать качество работы автоматических систем управления</p>	<p>1.</p> <p>1.1. Типовые законы регулирования. Показать сравнительную характеристику переходных процессов в системах регулирования с оптимально настроенными регуляторами, реализующими типовые законы регулирования.</p> <p>2.2. Понятие устойчивости динамических систем. Показать связь корней характеристического уравнения динамической системы с ее устойчивостью.</p> <p>3.3. Что такое запас устойчивости? Для чего он вводится?</p> <p>4.4. Частотный критерий устойчивости Найквиста. Как он используется в практических расчетах систем регулирования?</p> <p>5.5. Что такое качество работы системы 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.                  2.2. Как с использованием дифференциального уравнения получить аналитическое выражение переходной характеристики динамического звена?                  3.3. Дайте понятие интегрального преобразования Фурье и аналитического выражения для частотных характеристик.                  4.4. Как в программе Mathcad по известной передаточной функции вычислить ординаты переходной характеристики?                  5.5. Расскажите порядок определения точек для нескольких частот на комплексной плоскости для двух параллельно соединенных З-звена и П-звена.                  6.6. Расскажите порядок определения точек на комплексной плоскости для двух и для трех последовательно соединенных А-звеньев с отрицательной обратной связью.                  7.7. Что такое степень затухания колебательного переходного процесса?                  8.8. Что значит замкнутая и разомкнутая динамическая система с обратной связью?                  9.9. Если система находится на границе устойчивости (незатухающие колебания), чем характерен годограф КЧХ её разомкнутого контура?                  10.10. Чему равна, или в каких пределах изменяется степень затухания в системе, находящейся внутри области устойчивости?                  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?                  2.2. Каким образом, зная дифференциальное уравнение линейной динамической системы, записать ее передаточную функцию?                  3.3. Дайте общие сведения об интегральном преобразовании Лапласа и области его применения.                  4.4. Как зависит от частоты фазовый сдвиг выходных гармонических колебаний относительно входных для И-звена?                  5.5. Почему фазовый сдвиг для З-звена с увеличением частоты линейно возрастает?                  6.6. В каком квадранте комплексной плоскости расположена КЧХ РД-звена?                  7.7. Можно ли определить переходную характеристику параллельного соединения звеньев по известным для этих звеньев КЧХ ?</p>

- 8.8. Как построить годограф КЧХ для последовательного соединения если заданы годографы КЧХ входящих в соединение звеньев ?
- 9.9. Как аналитически определяется КЧХ для последовательного соединения известных звеньев ?
- 10.10. Как аналитически рассчитать переходную характеристику последовательного соединения звеньев по известным для этих звеньев аналитическим выражениям КЧХ ?
- 11.11. Как построить линию границы области заданного запаса устойчивости АСР в координатах настроечных параметров ПИ-регулятора?
- 12.12. Покажите на одних осях качественный вид переходных процессов в АСР с П, И и ПИ регуляторами.
- 13.13. Чем характерен переходный процесс в АСР с ПИ регулятором при настройках в точке  $KP / T_i \max$ , на линии  $m=m_{зд}$ ?
- 14.14. Как изменится вид переходного процесса в АСР с П регулятором, если “ $m$ ” увеличить?
- 15.15. Как изменится вид переходного процесса в АСР с П регулятором, если “ $m$ ” уменьшить?
- 16.16. Как изменится вид переходного процесса в АСР с И регулятором, если “ $m$ ” увеличить?
- 17.17. Как изменится вид переходного процесса в АСР с ПИ регулятором, если “ $m$ ” уменьшить?
- 18.18. Нарисовать структурную схему АСР. Пояснить термины “регулируемая величина”, “регулирующее воздействие”. Пояснить назначение регулятора.
- 19.19. Из за чего возможна неустойчивость АСР?
- 20.20. Как экспериментально определить устойчивость АСР?
- 21.21. Как по степени затухания переходного процесса определить запас устойчивости АСР?
- 22.22. Почему коэффициент усиления регулятора не должен быть слишком большим и не слишком маленьким?
- 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.
- 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?
- 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?
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**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*



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 6 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### 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,  $\varphi(\pi) = -\pi/4$  рад., и для частоты  $\omega_2$ , равной бесконечности, построить КЧХ А-звена.

### Процедура проведения

Студент тянет билет, затем готовится к ответу. Время на подготовку 1 час. Прошествии часа студент отвечает преподавателю на вопросы билета

### *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:  $\omega = 0$ , для частоты, при которой ФЧХ,  $\varphi(\pi) = -\pi/4$  рад., и для частоты  $\omega \rightarrow \infty$ , 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 определяется как - сумма оценки за ответ на билет при проведении экзамена (промежуточная аттестация), умноженной на 0,6 и оценки по текущим видам контроля, умноженной на 0,4