

**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: Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Теория автоматического управления**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мерзликina Е.И.
Идентификатор	R26072d90-MerzlikinaYI-9a9904a3	

Е.И.  
Мерзликina

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рыженков А.В.
Идентификатор	R97ba085e-RyzenkovAV-e7929df	

А.В.  
Рыженков

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рыженков А.В.
Идентификатор	R97ba085e-RyzenkovAV-e7929df	

А.В.  
Рыженков

## 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. Контрольная работа 1. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики систем управления. Элементарные звенья и их соединения (Контрольная работа)
2. Контрольная работа 2. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. АСР с дополнительными информационными сигналами. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ (Контрольная работа)
3. Расчетное задание "Оптимальный параметрический синтез одноконтурной АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования" (Расчетно-графическая работа)
4. Тест 1. Основные термины и определения теории автоматического управления (Тестирование)
5. Тест 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем (Тестирование)
6. Тест 3. Структурные схемы систем управления (Тестирование)
7. Тест 4. Устойчивость и запас устойчивости (Тестирование)
8. Тест 5. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами (Тестирование)
9. Тест 6. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ 1-3 (Коллоквиум)
2. Защита лабораторных работ 4-5 (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %											
	Индекс с КМ:	КМ -1	КМ -2	КМ -3	КМ -4	КМ -5	КМ -6	КМ -7	КМ -8	КМ -9	КМ -10	КМ -11
	Срок КМ:	3	6	8	10	12	14	10	14	8	14	14

Основные термины и определения											
Основные термины и определения	+		+								
Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем											
Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем		+	+	+			+	+	+		
Структурные схемы систем управления											
Структурные схемы систем управления	+	+	+						+		
Устойчивость линейных динамических систем											
Устойчивость линейных динамических систем		+	+	+			+	+			+
Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных											
Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных										+	+
Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами											
Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными					+						+

сигналами											
Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ											
Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ						+					+
Вес КМ:	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	20

\$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	Знать: методы синтеза линейных динамических систем; состав, структуру и задачи автоматических систем управления; способы повышения качества АСР и принципы работы АСР с дополнительными информационными сигналами типовые линейные алгоритмы управления; основные термины и определения теории автоматического управления; типовые нелинейные алгоритмы управления и типовые нелинейные элементы систем управления; методы анализа линейных систем управления;	Тест 1. Основные термины и определения теории автоматического управления (Тестирование) Тест 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем (Тестирование) Тест 3. Структурные схемы систем управления (Тестирование) Тест 4. Устойчивость и запас устойчивости (Тестирование) Тест 5. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами (Тестирование) Тест 6. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ (Тестирование) Защита лабораторных работ 1-3 (Коллоквиум) Защита лабораторных работ 4-5 (Коллоквиум) Контрольная работа 1. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики систем управления. Элементарные звенья и их соединения (Контрольная работа) Расчетное задание "Оптимальный параметрический синтез одноконтурной АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования" (Расчетно-графическая работа) Контрольная работа 2. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. АСР с дополнительными информационными сигналами. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ (Контрольная работа)

		<p>методы математического описания линейных динамических систем; современные тенденции развития теории автоматического управления.</p> <p>основные свойства тепловых объектов как объектов управления;</p> <p>Уметь:</p> <p>применять типовые математические модели типовых нелинейных элементов систем автоматического управления</p> <p>рассчитывать характеристики линейных объектов и систем управления, строить математические модели объектов и систем управления.</p> <p>применять основные термины и определения теории автоматического управления;</p> <p>применять методы идентификации объектов управления;</p> <p>выполнять синтез систем автоматического</p>	
--	--	---	--

		управления с типовыми линейными алгоритмами регулирования применять способы повышения качества работы систем автоматического управления; выполнять анализ систем автоматического управления, оценивать качество их работы, рассчитывать прямые и интегральные показатели качества;	
--	--	---	--



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

### КМ-1. Тест 1. Основные термины и определения теории автоматического управления

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест №1 проводится в форме письменного тестирования

#### Краткое содержание задания:

Выберите один или несколько правильных ответов на каждый вопрос или установите соответствие между столбцами в таблице.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные свойства тепловых объектов как объектов управления;	1.Какие свойства характерны для тепловых объектов управления? а) отсутствие запаздывания; б) наличие запаздывания; в) значительная инерционность; г) многомерность; д) короткий срок службы.
Знать: основные термины и определения теории автоматического управления;	1.Выберите один или несколько правильных ответов Динамические модели: А) описываются дифференциальными уравнениями, в которых порядок левой части больше или равен порядку правой; В) зависят от времени; Г) описывают работу динамиков, поэтому так называются; Д) описываются дифференциальными уравнениями. 2.Выберите один или несколько правильных ответов Закон регулирования: А) может быть линейным и нелинейным; В) описывает объект регулирования; Г) является правилом, в соответствии с которым работает регулятор; Д) это тоже, что и регулирующее воздействие.
Знать: состав, структуру и задачи автоматических систем управления;	1.Что входит в состав простейшей системы автоматического управления? а) автоматизированное рабочее место оператора; б) объект; в) устройство управления; г) обратная связь; д) человеко-машинный интерфейс.
Уметь: применять основные термины и определения теории автоматического управления;	1.В системе управления посудомоечной машиной устанавливается время мойки, далее происходит запуск машины в работу. По окончании установленного времени работа машины

	<p>прекращается. Выберите утверждения, описывающие данную систему управления.</p> <p>А) это система управления без обратной связи.  Б) это система управления с обратной связью.  В) таймер играет роль задатчика.  Г) таймер играет роль датчика выходной величины.</p> <p>2. Необходимо установить зависимость между температурой в помещении и температурой наружного воздуха. Выберите верные утверждения.</p> <p>А) температура в помещении является откликом, а температура наружного воздуха - влияющим фактором.  Б) температура в помещении является влияющим фактором, а температура наружного воздуха является откликом.  В) установить искомую зависимость можно с помощью активного эксперимента.  Г) установить искомую зависимость можно с помощью пассивного эксперимента.</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Как минимум 90% заданий выполнены правильно.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: От 75 до 89% заданий выполнены правильно.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: От 60 до 74% заданий выполнены правильно.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнено менее 60% заданий.*

**КМ-2. Тест 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест 2 проводится в форме письменного тестирования.

**Краткое содержание задания:**

Выберите один или несколько правильных ответов на каждый вопрос.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: методы анализа линейных систем управления;</p>	<p>1. Переходная характеристика – это</p> <p>А) реакция на <math>1(t)</math>;  Б) производная от импульсной переходной характеристики;</p>
--	--

	<p>В) интеграл от импульсной переходной характеристики по времени от нуля до текущего момента времени;</p> <p>Г) реакция на дельта-импульс.</p> <p>2.С помощью интеграла свертки можно:</p> <p>А) оптимизировать линейную динамическую систему;</p> <p>Б) рассчитать реакцию линейной динамической системы на некоторые специально подобранные входные воздействия;</p> <p>В) рассчитать реакцию линейной динамической системы на произвольное входное воздействие;</p> <p>Г) рассчитать параметры настройки линейной динамической системы.</p>
<p>Знать: методы математического описания линейных динамических систем;</p>	<p>1.Импульсная характеристика – это</p> <p>А) реакция на <math>1(t)</math>;</p> <p>Б) производная от переходной характеристики;</p> <p>В) интеграл от переходной характеристики по времени от нуля до текущего момента времени;</p> <p>Г) реакция на дельта-импульс.</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнено как минимум 90% заданий.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнено от 75 до 89% заданий.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнено от 60 до 74% заданий.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнено менее 60% заданий.*

**КМ-3. Тест 3. Структурные схемы систем управления**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

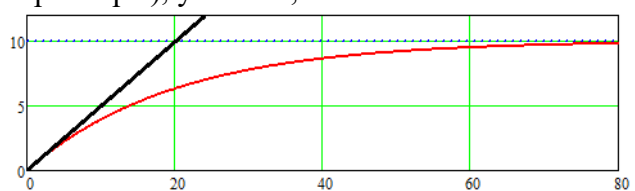
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест 3 проводится в форме письменного тестирования.

**Краткое содержание задания:**

Выберите один или несколько правильных ответов на каждый вопрос

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: методы анализа линейных систем управления;</p>	<p>1.Передаточная функция ПИ-регулятора имеет вид:</p> <p>А) <math>W(s) = Kp</math></p> <p>Б) <math>W(s) = \frac{Ki}{s}</math></p>
--	--

	<p>В) <math>W(s) = Kp + \frac{Ki}{s}</math></p> <p>Г) <math>W(s) = Kp + \frac{Ki}{s} + Kd \cdot s</math></p>
<p>Знать: методы математического описания линейных динамических систем;</p>	<p>1. На рисунке приведена переходная характеристика некоторого элементарного звена. Запишите его передаточную функцию (укажите численные параметры), укажите, какое это звено.</p>  <p>Figure 1 Переходная характеристика некоторого элементарного звена</p>
<p>Знать: основные свойства тепловых объектов как объектов управления;</p>	<p>1. Какие звенья могут входить в состав модели объекта с самовыравниванием?</p> <p>А) апериодическое звено  Б) инерционное звено второго порядка  В) звено запаздывания  Г) интегрирующее звено.</p>
<p>Знать: типовые линейные алгоритмы управления;</p>	<p>1. Передаточная функция идеального ПИД-регулятора имеет вид:</p> <p>А) <math>W(s) = Kp</math>  Б) <math>W(s) = \frac{Ki}{s}</math>  В) <math>W(s) = Kp + \frac{Ki}{s} + Kds</math>  Г) <math>W(s) = Kp + \frac{Ki}{s}</math></p>

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено правильно как минимум 90% заданий

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено правильно от 75 до 89% заданий.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено правильно от 60 до 74% заданий.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено правильно менее 60% заданий.

#### КМ-4. Тест 4. Устойчивость и запас устойчивости

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест 4 проводится в форме письменного тестирования.

**Краткое содержание задания:**

Выберите один или несколько правильных ответов на каждый вопрос

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы анализа линейных систем управления;	<p>1. Даны корни характеристических уравнений нескольких линейных динамических систем. Которые из этих систем являются устойчивыми?</p> <p>А) 2, -2, -3, 0.          Б) <math>-2 \pm 3j</math>; -2; -0,5.          В) -1; -2; -3.          Г) <math>\pm 2 \pm 3j</math>; <math>\pm</math>.          Д) -1; -2; 0</p> <p>2. Даны корни характеристических уравнений нескольких линейных динамических систем. Которые из этих систем являются устойчивыми?</p> <p>А) 2, -2, -3, 0.          Б) <math>-2 \pm 3j</math>; -2; -0,5.          В) -1; -2; -3.          Г) <math>\pm 2 \pm 3j</math>; <math>\pm</math>.          Д) -1; -2; 0</p>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены как минимум 90% заданий.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены от 75 до 89% заданий.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены от 60 до 74% заданий.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены менее 60% заданий.*

**КМ-5. Тест 5. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 5**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест 5 проводится в форме письменного тестирования

**Краткое содержание задания:**

Выберите один или несколько правильных ответов на каждый вопрос

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: способы повышения качества АСР и принципы работы АСР с дополнительными	<p>1. Каким образом можно повысить качество работы АСР?</p> <p>а) усовершенствовать алгоритм регулирования;</p>
---	---

информационными сигналами	б) повысить качество объекта регулирования; в) использовать в АСР дополнительную информацию об объекте? г) использовать в АСР дополнительную информацию о возмущениях, действующих на объект; д) усовершенствовать сигнал задания.
---------------------------	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-6. Тест 6. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест 6 проводится в форме письменного тестирования

**Краткое содержание задания:**

Выберите один или несколько правильных ответов

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: современные тенденции развития теории автоматического управления.	1.Адаптивные системы: А) применяются только для объектов без самовыравнивания; В) применяются для объектов с заметным транспортным запаздыванием, для других объектов не требуются; Г) применяются для объектов, свойства которых меняются очень быстро; Д) могут содержать в себе модуль идентификации объекта. 2.Идентификацией объекта называется: А) выяснение нормативных характеристик объекта по его паспорту; Б) теоретическая разработка математической модели объекта на основании законов сохранения ; В) экспериментальная оценка модели объекта; Г) расчет параметров настройки регулятора на основании модели объекта. 3.Нечеткий регулятор А) имеет в своем составе блоки фаззификации и дефаззификации; Б) имеет в своем составе дельта-импульсный модулятор; В) построен на базе принципа максимума Понрягина; Д) построен на базе принципа неопределенных
--	---

	множителей Лагранжа.
Знать: типовые нелинейные алгоритмы управления и типовые нелинейные элементы систем управления;	1.К нелинейным алгоритмам регулирования можно отнести А) ПИД-регулятор, в состав которого входит РД-звено; В) ПИ-регулятор с переменными параметрами; Г) двухпозиционный регулятор; Д) регулятор Уатта.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнено 90 процентов заданий или больше.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнено от 75 до 89 процентов заданий.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнено от 60 до 74 процентов заданий.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнено менее 60 процентов заданий.*

**КМ-7. Защита лабораторных работ 1-3**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторных работ 1-3 проводится в форме беседы с преподавателем по отчетам о выполненных лабораторных работах

**Краткое содержание задания:**

Дайте развернутый ответ на заданный вопрос

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы анализа линейных систем управления;	1.Что называется переходной характеристикой?
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент отвечает на вопросы правильно, ориентируется в материале, иногда допускает недочеты или неточности, не оказывающие значительного влияния на конечный результат*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент отвечает на вопросы в целом правильно, но допускает недочеты, неточности и одну-две негрубые ошибки.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент допускает в ответе одну грубую ошибку или три-четыре негрубые ошибки, в материале ориентируется не вполне хорошо.

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент плохо ориентируется в материале, допускает в ответе две или более грубых ошибки.

### **КМ-8. Защита лабораторных работ 4-5**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторных работ проводится в форме устной беседы преподавателя со студентом по материалу выполненных лабораторных работ

**Краткое содержание задания:**

Дайте развернутый ответ на заданный вопрос

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы анализа линейных систем управления;	1. Как можно определить устойчивость системы управления?
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент отвечает на вопросы правильно, ориентируется в материале, иногда допускает недочеты или неточности, не оказывающие значительного влияния на конечный результат

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент отвечает на вопросы в целом правильно, но допускает недочеты, неточности и одну-две негрубые ошибки.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент допускает в ответе одну грубую ошибку или три-четыре негрубые ошибки, в материале ориентируется не вполне хорошо.

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент плохо ориентируется в материале, допускает в ответе две или более грубых ошибки.

### **КМ-9. Контрольная работа 1. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики систем управления. Элементарные звенья и их соединения**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20


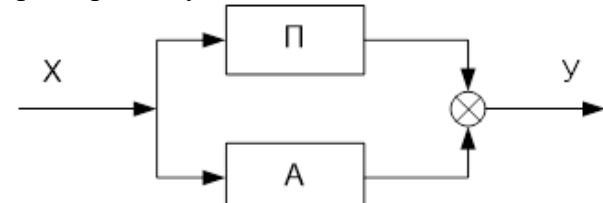


**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа 1 проводится в форме письменной контрольной работы

**Краткое содержание задания:**

Выполните указанные задания

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: рассчитывать характеристики линейных объектов и систем управления, строить математические модели объектов и систем управления.</p>	<p>1. Решить линейное дифференциальное уравнение, построить график <math>y(t)</math>. Начальные условия считать нулевыми. <math>y' + 2y = 3x; x(t) = 1(t)</math></p> <p>2. Для динамической системы, описываемой ЛДУ из задания 1, получить передаточную функцию и КЧХ. КЧХ записать в показательном виде и в виде суммы действительной и мнимой частей. Получить выражения для АЧХ и ФЧХ. Построить графики действительной и мнимой части КЧХ, АЧХ и ФЧХ, годограф КЧХ.</p> <p>3. Построить качественно КЧХ, АЧХ, ФЧХ данной системы звеньев, построить качественно переходную характеристику системы звеньев:</p>  <p>Figure 2 Соединение звеньев</p> <p>4. Построить качественно переходную характеристику данной системы звеньев</p>  <p>Figure 3 Соединение звеньев</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 выставляется, если все задачи решены совершенно правильно, или при решении задач допущены небольшие недочеты и неточности.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 выставляется, если все задачи в целом решены правильно, но при решении задач допущены недочеты и неточности, в одной или двух задачах имеется негрубая ошибка

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 выставляется, если в трех или более задачах допущены негрубые ошибки; или в одной из задач допущена грубая ошибка, в других задачах допущены одна или две негрубые ошибки.

Оценка: 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 2 выставляется, если в работе допущено более двух грубых ошибок, существенно влияющих на результат решения.

### **КМ-10. Расчетное задание "Оптимальный параметрический синтез одноконтурной АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования"**

**Формы реализации:** Письменная работа

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа выполняется студентом самостоятельно с применением вычислительной техники и математических программных пакетов

#### **Краткое содержание задания:**

Выполнить оптимальный параметрический синтез АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: методы синтеза линейных динамических систем;</p>	<p>1. В теоретической части расчетного задания опишите:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. постановку задачи в общем виде;</li> <li>2. используемые в работе методы расчета параметров настройки ПИ-регулятора;</li> <li>3. используемые в работе показатели качества (прямые и интегральные).</li> </ol>
<p>Уметь: выполнять синтез систем автоматического управления с типовыми линейными алгоритмами регулирования</p>	<p>1. Объект управления (ОУ) задан передаточной функцией второго порядка с запаздыванием. При расчете необходимо рассмотреть АСР с объектом с запаздыванием и без запаздывания и сравнить полученные результаты.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать и построить график переходной характеристики ОУ.</li> <li>2. Определить оптимальные настройки ПИ-регулятора по вспомогательной функции при <math>M=1,55</math>.</li> <li>3. Определить оптимальные настройки ПИ-регулятора при ограничении на корневой показатель колебательности при . Сравнить параметры настройки, полученные при выполнении пунктов 2 и 3.</li> <li>4. Построить графики переходных процессов при найденных настройках и определить значений показателей качества АСР.</li> <li>5. Сравнить эффективность рассмотренных алгоритмов регулирования. Сделать вывод о влиянии запаздывания на работу АСР, вид и качество процессов регулирования.</li> </ol> <p>Параметры объекта выдаются каждому студенту индивидуально. Например: <math>K=2,2</math>; <math>T_1=10</math> с, <math>T_2=5</math> с, <math>\tau=2</math> с.</p>

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Расчетное задание выполнено полностью и правильно, возможны небольшие погрешности в оформлении, недочеты и одна негрубая ошибка, не влияющая на полученный результат

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Расчетное задание выполнено полностью, но имеются погрешности в оформлении, недочеты и две-три негрубые ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Расчетное задание в целом выполнено, но не полностью, пропущены небольшие разделы (например, найдены не все нужные показатели качества регулирования); или расчетное задание в целом выполнено, но допущено четыре-пять негрубых ошибок или одна грубая ошибка, возможны также недочеты и погрешности в оформлении

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено менее 60 процентов расчетного задания, или выполнено больше, но имеется две или более грубые ошибки, или шесть или больше негрубых ошибок.

**КМ-11. Контрольная работа 2. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. АСР с дополнительными информационными сигналами. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

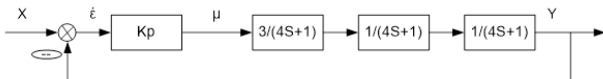
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа 2 проводится в форме письменной контрольной работы

**Краткое содержание задания:**

Выполните предложенные задания

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: выполнять анализ систем автоматического управления, оценивать качество их работы, рассчитывать прямые и интегральные показатели качества;</p>	<p>1. Дано характеристическое уравнение динамической системы, проверить данную систему на устойчивость по Гурвицу  <math>3s^3 + 2s^2 + 5s + 1 = 0</math>                  2. Дана АСР. Найти по критерию Найквиста коэффициент передачи П-регулятора, соответствующий границе устойчивости. Начертить АЧХ, ФЧХ и КЧХ разомкнутой АСР.</p>  <p>Figure 4 Схема АСР</p>
<p>Уметь: применять методы идентификации объектов управления;</p>	<p>1. Дана S-образная кривая разгона объекта управления (по вариантам). По представленной кривой разгона найдите параметры модели объекта управления в виде последовательного соединения апериодического звена и звена запаздывания.</p>

	Каким образом в модуле идентификации объекта может быть автоматически найдена точка перегиба кривой разгона?
Уметь: применять способы повышения качества работы систем автоматического управления;	1. Дана АСР с регулятором и дифференциатором. Записать передаточные функции данной замкнутой АСР по каналам х-у и μ-у. Показать качественный вид переходных процессов по основному и вспомогательному каналам при наличии частотной развязке контуров и выполнении ограничений на запас устойчивости.
Уметь: применять типовые математические модели типовых нелинейных элементов систем автоматического управления	1. Дана АСР температуры в электрической духовке. Алгоритм работы регулятора - двухпозиционный с зоной возврата. Комнатная температура равна +22 градуса Цельсия. Духовку включают при комнатной температуре. Заданная температура составляет 150 градусов Цельсия, ширина зоны возврата составляет 5 градусов Цельсия. Начертите качественно переходный процесс в данной АСР после ее включения.

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 5 выставляется, если все задачи решены совершенно правильно, или при решении задач допущены небольшие недочеты и неточности.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 4 выставляется, если все задачи в целом решены правильно, но при решении задач допущены недочеты и неточности, в одной или двух задачах имеется негрубая ошибка

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 3 выставляется, если в трех или более задачах допущены негрубые ошибки; или в одной из задач допущена грубая ошибка, в других задачах допущены одна или две негрубые ошибки.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 2 выставляется, если в работе допущено более двух грубых ошибок, существенно влияющих на результат решения.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

<b>МЭИ</b>	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</b>	«Утверждаю» Зав. кафедрой
	Кафедра АСУ ТП	
	Дисциплина: Теория автоматического управления	
	Институт ИТАЭ, ИЭВТ	
		15.12.2021
1. История развития теории автоматического управления. 2. Типовые линейные алгоритмы регулирования и их характеристики. 3. Два апериодических звена с коэффициентами передачи 1 и 2 и постоянными времени 8 и 20 соответственно соединены последовательно. Построить частотные характеристики, переходную и импульсную характеристики этой системы звеньев.		
Подпись: _____ Мерзлякина Е. И.		

Figure 5 Пример билета для зачета

## Процедура проведения

Зачет проводится в устной форме, студентам дается один астрономический час (60 минут) на подготовку ответа, после чего происходит беседа с преподавателем по вопросам билета. Максимальное время беседы с преподавателем - 30 минут. Помимо вопросов билета, студенту также могут быть заданы дополнительные 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. История развития теории автоматического управления
2. Теория автоматического управления. Основные термины и определения.
3. Классификация объектов и систем управления. Управление и регулирование
4. Структура систем регулирования и управления
5. Принципы регулирования по отклонению и возмущению
6. Регуляторы прямого и непрямого действия. Примеры регуляторов прямого действия.
7. Дифференциальные уравнения линейных динамических объектов с сосредоточенными емкостями. Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений. Свойства преобразования Лапласа
8. Преобразование Лапласа. Изображение и оригинал. Изображения типовых функций
9. Передаточная функция. Получение передаточной функции системы по ее дифференциальному уравнению. Область применения передаточной функции
10. Временные динамические характеристики линейных динамических систем. Функции Хевисайда и Дирака.

## Материалы для проверки остаточных знаний

1. Выберите один или несколько правильных ответов. Дан объект в виде апериодического звена. Данный объект:

Ответы:

- 1) обладает самовыравниванием;
- 2) не обладает самовыравниванием;
- 3) имеет запаздывание;
- 4) не имеет запаздывания;
- 5) является интегрирующим.

Верный ответ: 1) обладает самовыравниванием; 4) не имеет запаздывания.

2. Возмущение - это

Ответы:

- 1) реакция системы регулирования на внешнее воздействие;
- 2) внешнее воздействие на систему, приводящее к нежелательному отклонению выходной величины от заданного значения;
- 3) воздействие объекта на регулятор;
- 4) сигнал, поступающий через положительную обратную связь.

Верный ответ: 2) внешнее воздействие на систему, приводящее к нежелательному отклонению выходной величины от заданного значения.

3. Дано апериодическое звено с коэффициентом передачи, равным 2, и постоянной времени, равной 10 с. За какое время переходная характеристика звена практически придет к установившемуся значению:

Ответы:

- 1) 10 с
- 2) 35 с
- 3) 2 с
- 4) 100 с

Верный ответ: 2) 35 с

4. Дано инерционное звено второго порядка. При каких корнях характеристического уравнения переходная характеристика звена будет колебательной?

Ответы:

- 1)  $-2; -3$ ;
- 2)  $2; -3$ ;
- 3)  $-2+3j; -2-3j$ ;
- 4)  $-2; -2$ .

Верный ответ: 3)  $-2+3j; -2-3j$ ;

5. Если звенья соединены последовательно, то, чтобы найти АЧХ системы звеньев, нужно:

Ответы:

- 1) просуммировать АЧХ звеньев;
- 2) вычесть из АЧХ первого звена АЧХ двух других;
- 3) разделить АЧХ первого звена на АЧХ двух других;
- 4) перемножить АЧХ звеньев.

Верный ответ: 4) перемножить АЧХ звеньев.

6. Линейная динамическая система имеет следующие корни характеристического уравнения:  $-2, -3, -5+2j, -5-2j, 1$ . Что можно сказать об устойчивости данной системы?

Ответы:

1. 1) система устойчива;
2. 2) система неустойчива;
3. 3) система нейтральна.

Верный ответ: 2) система неустойчива;

7. Дана устойчивая АСР с П-регулятором. Что нужно сделать, чтобы уменьшить статическую ошибку регулирования?

Ответы:

1. 1) Увеличить коэффициент передачи П-регулятора, при этом отслеживая, чтобы система не потеряла устойчивость;
2. 2) Уменьшить коэффициент передачи П-регулятора, при этом отслеживая, чтобы система не потеряла устойчивость;
3. 3) Приравнять коэффициент передачи П-регулятора к нулю, после чего проверить, не потеряла ли система устойчивость;
4. 4) Разомкнуть обратную связь.

Верный ответ: 1) Увеличить коэффициент передачи П-регулятора, при этом отслеживая, чтобы система не потеряла устойчивость;

8. Если АСР находится на границе устойчивости, её степень затухания составляет:

Ответы:

1. 1) 1;
2. 2) 2;
3. 3) 0,75;
4. 4) 0,9;
5. 5) 0.

Верный ответ: 5) 0.

9. Дана одноконтурная АСР, исходно устойчивая и обладающая некоторым запасом устойчивости. В объекте увеличилось запаздывание. Как это повлияет на запас устойчивости данной системы?

Ответы:

1. 1) Запас устойчивости системы улучшится;
2. 2) запас устойчивости системы ухудшится вплоть до полной потери устойчивости;
3. 3) запас устойчивости системы не изменится.

Верный ответ: 2) запас устойчивости системы ухудшится вплоть до полной потери устойчивости;

10. Дана одноконтурная АСР с П-регулятором. Выходная величина данной АСР измеряется в градусах Цельсия, регулирующее воздействие - в %УП. В каких единицах измеряется коэффициент передачи П-регулятора?

Ответы:

1. 1) В градусах Цельсия;
2. 2) В %УП;
3. 3) В градусах Цельсия/%УП;
4. 4) В %УП/градусы Цельсия.

Верный ответ: 3) В градусах Цельсия/%УП;

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент хорошо ориентируется в пройденном материале, на вопросы билета и дополнительные вопросы отвечает правильно, в ответе может допускать небольшие недочеты и неточности, не влияющие существенно на ход решения.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент достаточно хорошо ориентируется в пройденном материале, на вопросы билета и дополнительные вопросы отвечает в целом правильно, в ответе могут быть небольшие недочеты и неточности, не влияющие существенно на ход решения или одна-три негрубые ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент в целом ориентируется в пройденном материале, при ответе на вопросы билета допускает четыре-пять негрубых ошибок или одну грубую ошибку, аналогично - при ответах на дополнительные вопросы

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент плохо ориентируется в пройденном материале, при ответе на вопросы билета допускает две или более грубых ошибок, не решает задачу или не отвечает на оба теоретических вопроса в билете.

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

Итоговая оценка=(Средний балл за семестр)\*0,6+(Оценка за промежуточную аттестацию)\*0,4