

**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: ЭТАЛОН: Теплоэнергетика и теплотехника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Теория автоматического управления**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мерзликина Е.И.
	Идентификатор	R26072d90-MerzlikinaYI-9a9904a2

Е.И.  
Мерзликина  
(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы  
(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28B

А.Н. Рогалев  
(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры  
(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28B

А.Н. Рогалев  
(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 участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники

ИД-5 Выполняет разработку систем управления энергетического оборудования с использованием современных средств программирования

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)

## БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %									
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-9	КМ-10	КМ-11
	Срок КМ:	3	6	8	10	12	14	8	14	14
Раздел 1. Основные термины и определения										
Основные термины и определения		+		+						
Раздел 2. Дифференциальные уравнения и динамические										

характеристики линейных динамических систем									
Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем		+	+	+			+		
Раздел 3. Структурные схемы систем управления									
Структурные схемы систем управления	+	+	+				+		
Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем									
Устойчивость линейных динамических систем		+		+					+
Раздел 5. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных									
Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных								+	+
Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами									
Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами					+				+
Раздел 7. 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	10	20	25	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-5 <sub>ПК-1</sub> Выполняет разработку систем управления энергетического оборудования с использованием современных средств программирования	Знать: современные тенденции развития теории автоматического управления. методы математического описания линейных динамических систем; типовые нелинейные алгоритмы управления и типовые нелинейные элементы систем управления; методы синтеза линейных динамических систем; методы анализа линейных систем управления; основные свойства тепловых объектов как объектов управления; основные термины и определения теории автоматического управления; типовые линейные	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) 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>алгоритмы управления; способы повышения качества АСР и принципы работы АСР с дополнительными информационными сигналами состав, структуру и задачи автоматических систем управления; Уметь: применять основные термины и определения теории автоматического управления; применять типовые математические модели типовых нелинейных элементов систем автоматического управления применять методы идентификации объектов управления; выполнять синтез систем автоматического управления с типовыми линейными алгоритмами регулирования применять способы повышения качества работы систем автоматического</p>	
--	--	---	--

		<p>управления; выполнять анализ систем автоматического управления, оценивать качество их работы, рассчитывать прямые и интегральные показатели качества; рассчитывать характеристики линейных объектов и систем управления, строить математические модели объектов и систем управления.</p>	
--	--	---	--

## 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.*

**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;  В) интеграл от импульсной переходной характеристики по времени от нуля до текущего</p>
--	--

	момента времени; Г) реакция на дельта-импульс.
Знать: методы математического описания линейных динамических систем;	1.Импульсная характеристика – это А) реакция на $1(t)$ ; Б) производная от переходной характеристики; В) интеграл от переходной характеристики по времени от нуля до текущего момента времени; Г) реакция на дельта-импульс.

**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.*

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

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

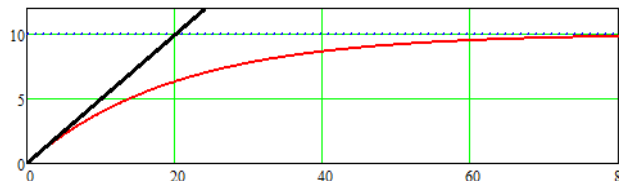
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**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:**

Знать: методы математического описания линейных динамических систем;	1. На рисунке приведена переходная характеристика некоторого элементарного звена. Запишите его передаточную функцию (укажите численные параметры), укажите, какое это звено.  Figure 1 Переходная характеристика некоторого элементарного звена
Знать: основные свойства тепловых объектов как объектов управления;	1. Какие звенья могут входить в состав модели объекта с самовыравниванием? А) апериодическое звено Б) инерционное звено второго порядка В) звено запаздывания Г) интегрирующее звено.
Знать: типовые линейные	1. Передаточная функция ПИ-регулятора имеет вид:

алгоритмы управления;	<p>А) <math>W(s) = Kp</math>  Б) <math>W(s) = \frac{Ki}{s}</math>  В) <math>W(s) = Kp + \frac{Ki}{s}</math>  Г) <math>W(s) = Kp + \frac{Ki}{s} + Kd \cdot s</math></p> <p>2. Передаточная функция идеального ПИД-регулятора имеет вид:  А) <math>W(s) = Kp</math>  Б) <math>W(s) = \frac{Ki}{s}</math>  В) <math>W(s) = Kp + \frac{Ki}{s}</math>  Г) <math>W(s) = Kp + \frac{Ki}{s} + Kd \cdot 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.*

**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>
---	--

**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.

### **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 информационными сигналами	1. Каким образом можно повысить качество работы АСР? а) усовершенствовать алгоритм регулирования; 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:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Правильно выполнено 90 или более процентов задания.

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

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

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

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

### **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:** 10

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

**Краткое содержание задания:**

Выберите один или несколько правильных ответов

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: современные тенденции развития теории автоматического управления.</p>	<p>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.</p>
<p>Знать: типовые нелинейные алгоритмы управления и типовые нелинейные элементы систем управления;</p>	<p>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.</p>

**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.

### 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:**

Уметь: рассчитывать характеристики линейных объектов и систем управления, строить математические модели объектов и систем управления.

1. Решить линейное дифференциальное уравнение, построить график  $y(t)$ . Начальные условия считать нулевыми.  $y + 2y = 3x, x(t) = 1(t)$
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.
3. Построить качественно КЧХ, АЧХ, ФЧХ данной системы звеньев, построить качественно переходную характеристику системы звеньев:



Figure 2 Соединение звеньев

4. Построить качественно переходную характеристику данной системы звеньев

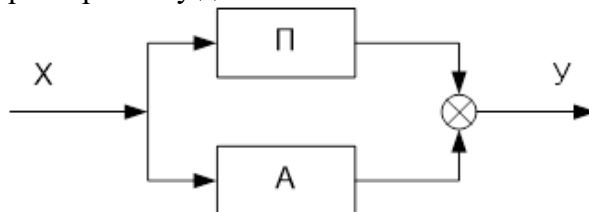


Figure 3 Соединение звеньев

**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.*

### **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: 25**

**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</li></ol>

	<p>на работу АСР, вид и качество процессов регулирования.</p> <p>Параметры объекта выдаются каждому студенту индивидуально.</p> <p>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

**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

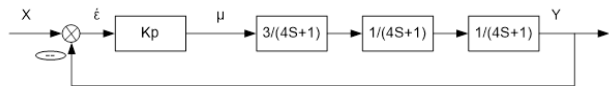
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**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</p> $3s^3 + 2s^2 + 5s + 1 = 0$ <p>2. Дана АСР. Найти по критерию Найквиста коэффициент передачи П-регулятора, соответствующий границе устойчивости. Начертить АЧХ, ФЧХ и КЧХ разомкнутой АСР.</p>  <p style="text-align: center;"><b>Figure 4 Схема АСР</b></p>
<p>Уметь: применять методы</p>	<p>1. Дана S-образная кривая разгона объекта управления</p>



идентификации объектов управления;	(по вариантам). По представленной кривой разгона найдите параметры модели объекта управления в виде последовательного соединения апериодического звена и звена запаздывания. 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 $x$ -у и $\mu$ -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.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

<b>МЭИ</b>	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</b>	«Утверждаю» Зав. кафедрой  15.12.2021
	Кафедра АСУ ТП	
	Дисциплина: Теория автоматического управления	
	Институт ИТАЭ, ИЭВТ	
<p>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.</p> <p>Подпись: _____ Мерзлякина Е. И.</p>		

## Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме, студентам дается один астрономический час (60 минут) на подготовку ответа, после чего происходит беседа с экзаменатором по вопросам билета. Максимальное время беседы с экзаменатором - 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-5<sub>ПК-1</sub> Выполняет разработку систем управления энергетического оборудования с использованием современных средств программирования

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

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

2. Возмущение - это

Ответы:

1. 1) реакция системы регулирования на внешнее воздействие;
2. 2) внешнее воздействие на систему, приводящее к нежелательному отклонению выходной величины от заданного значения;
3. 3) воздействие объекта на регулятор;
4. 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. 1) 10 с
2. 2) 35 с
3. 3) 2 с
4. 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. 1)  $-2; -3$ ;
2. 2)  $2; -3$
3. 3)  $-2+3j; -2-3j$ ;
4. 4)  $-2; -2$ .

Верный ответ: 3)  $-2+3j; -2-3j$ ;

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

Ответы:

1. 1) просуммировать АЧХ звеньев;
2. 2) вычесть из АЧХ первого звена АЧХ двух других;
3. 3) разделить АЧХ первого звена на АЧХ двух других;
4. 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) система устойчива;
- 2) система неустойчива;
- 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) Увеличить коэффициент передачи П-регулятора, при этом отслеживая, чтобы система не потеряла устойчивость;
- 2) Уменьшить коэффициент передачи П-регулятора, при этом отслеживая, чтобы система не потеряла устойчивость;
- 3) Приравнять коэффициент передачи П-регулятора к нулю, после чего проверить, не потеряла ли система устойчивость;
- 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;
- 2) 2;
- 3) 0,75;
- 4) 0,9;
- 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) Запас устойчивости системы улучшится;
- 2) запас устойчивости системы ухудшится вплоть до полной потери устойчивости;
- 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) В градусах Цельсия;
- 2) В %УП;
- 3) В градусах Цельсия/%УП;
- 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

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

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