

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Силовые и управляющие аппараты электротехнологических установок**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лепешкин А.Р.
	Идентификатор	R644edb02-LepeshkinAR-8d7db4b8

А.Р.  
Лепешкин

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федин М.А.
	Идентификатор	R3e9797a9-FedinMA-34f385d8

М.А.  
Федин

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

## 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-3 Способен принимать участие в разработке проекта системы автоматического управления электротехнологической установкой (комплексом)

ИД-1 Демонстрирует умение разработать концепцию системы автоматического управления электро-технологической установкой (комплексом)

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольная работа "Моделирование систем автоматического управления электротехнологическими установками в среде MATLAB/Simulink" (Контрольная работа)

2. Контрольная работа "Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ" (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Датчики систем управления" (Контрольная работа)

2. Контрольная работа "Электромагнитные, электромеханические и полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ" (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Классификация управляющих и силовых элементов систем управления ЭТУ					
Классификация управляющих и силовых элементов систем управления ЭТУ	+				
Датчики и задатчики систем управления ЭТУ					
Датчики и задатчики систем управления ЭТУ	+	+	+	+	
Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ					
Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ			+	+	+
Электромагнитные и электромеханические преобразователи систем управления ЭТУ					

Электромагнитные и электромеханические преобразователи систем управления ЭТУ		+	+	
Полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ				
Полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ		+	+	+
Электрические приводы систем управления ЭТУ				
Электрические приводы систем управления ЭТУ		+		+
Электрогидравлические приводы ЭТУ				
Электрогидравлические приводы ЭТУ		+		
Вес КМ:	25	25	25	25

\$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-3	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует умение разработать концепцию системы автоматического управления электро-технологической установкой (комплексом)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия, относящиеся к структуре и составу научно-исследовательских работ, существующих возможностях и перспективах их автоматизации, номенклатуру, структуру и характеристики аппаратов, используемых в системах автоматического управления</li> <li>– современные стандарты и элементную базу для построения автоматизированных систем в электротехнологии, номенклатуру датчиков и нормирующих преобразователей</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять</li> </ul>	<p>Контрольная работа "Датчики систем управления" (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа "Электромагнитные, электромеханические и полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ" (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа "Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ" (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа "Моделирование систем автоматического управления электротехнологическими установками в среде MATLAB/Simulink" (Контрольная работа)</p>

		<p>автоматизированный поиск научно-технической информации и патентный поиск при выполнении научно-исследовательских работ, планировать и ставить задачи исследования, выделять влияющие факторы и целевые функции объекта исследования для определения структуры систем автоматического управления, выбирать датчики и исполнительные регуляторы – определять состав и технические характеристики стандартизованного оборудования, применяемого при построении автоматизированных систем, разрабатывать схемотехнические решения для сопряжения управляющих и силовых аппаратов с электротехнологическими установками и комплексами</p>	
--	--	---	--

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

### КМ-1. Контрольная работа "Датчики систем управления"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется письменное задание.

Время выполнения 90 минут.

#### Краткое содержание задания:

Необходимо выполнить все пункты задания, дав развернутые ответы.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: – современные стандарты и элементную базу для построения автоматизированных систем в электротехнологии, номенклатуру датчиков и нормирующих преобразователей	1.Какова роль датчиков обратной связи в системе управления?  Как характеристики датчиков влияют на свойства системы?  Назовите задачи, выполняемые датчиками в системах управления?  Какие физические явления используют при построении датчиков температуры?  Какую температуру измеряют пирометры излучения?
---	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-2. Контрольная работа "Электромагнитные, электромеханические и полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется письменное задание.

Время выполнения 90 минут.

### Краткое содержание задания:

Необходимо выполнить все пункты задания, дав развернутые ответы.

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: – основные понятия, относящиеся к структуре и составу научно-исследовательских работ, существующих возможностях и перспективах их автоматизации, номенклатуру, структуру и характеристики аппаратов, используемых в системах автоматического управления	1.Опишите принцип действия магнитного усилителя и приведите его основные характеристики. Передаточная функция магнитного усилителя.  Классификация исполнительных элементов систем управления ЭТУ.  Регулируемые источники питания. Классификация регулируемых источников питания, используемых в системах управления ЭТУ.  Динамические и статические характеристики электромашинных преобразователей.  Регулируемые трансформаторы. Структурное представление регулируемого трансформатора.
--	--

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

## КМ-3. Контрольная работа "Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ"

**Формы реализации:** Компьютерное задание



**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задание выполняется студентом на компьютере в среде MATLAB/Simulink. Время выполнения 90 минут.

**Краткое содержание задания:**

Необходимо выполнить все пункты задания, дав развернутые ответы.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: – осуществлять автоматизированный поиск научно-технической информации и патентный поиск при выполнении научно-исследовательских работ, планировать и ставить задачи исследования, выделять влияющие факторы и целевые функции объекта исследования для определения структуры систем автоматического управления, выбирать датчики и исполнительные регуляторы</p>	<p>1. Составить структурную модель ПИД-регулятора электрической печи сопротивления. Печь представить инерционным звеном первого порядка (коэффициент передачи печи - 1, постоянная времени - 1 о.е.). Датчик температуры представить безынерционным звеном с коэффициентом усиления, равным 1. Исполнительный элемент представить безынерционным звеном с коэффициентом усиления, равным 2. Произвести автонастройку регулятора средствами Simulink под требуемые показатели переходного процесса: максимальное перерегулирование 0,05, время переходного процесса - 3 о.е.</p> <p>Составить структурную модель ПИД-регулятора электрической печи сопротивления. Печь представить инерционным звеном первого порядка (коэффициент передачи печи - 1, постоянная времени - 2 о.е.). Датчик температуры представить безынерционным звеном с коэффициентом усиления, равным 1. Исполнительный элемент представить безынерционным звеном с коэффициентом усиления, равным 2. Произвести автонастройку регулятора средствами Simulink под требуемые показатели переходного процесса: максимальное перерегулирование 0,1, время переходного процесса - 3 о.е.</p> <p>Составить структурную модель ПИД-регулятора электрической печи сопротивления. Печь представить инерционным звеном первого порядка (коэффициент передачи печи - 1, постоянная времени - 1 о.е.). Датчик температуры представить инерционным звеном первого порядка с коэффициентом усиления, равным 1, и постоянной времени, равной 0,1 о.е. Исполнительный элемент представить безынерционным звеном с коэффициентом усиления, равным 2. Произвести автонастройку регулятора средствами Simulink под требуемые показатели переходного процесса: максимальное перерегулирование 0,05, время переходного процесса - 3 о.е.</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-4. Контрольная работа "Моделирование систем автоматического управления электротехнологическими установками в среде MATLAB/Simulink"**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задание выполняется на компьютере в системе MATLAB/Simulink. Время выполнения 90 минут.

**Краткое содержание задания:**

Студенту необходимо спроектировать систему регулирования температуры электрической печи сопротивления с заданными параметрами. Конкретный объем пунктов задания определяется преподавателем индивидуально.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: – определять состав и технические характеристики стандартизованного оборудования, применяемого при построении автоматизированных систем, разрабатывать схмотехнические решения для сопряжения управляющих и силовых аппаратов с электротехнологическими установками и комплексами</p>	<p>1.Спроектировать непрерывную систему регулирования температуры электрической печи сопротивления со следующими параметрами: постоянная времени печи 1600 с; температура печи 1000 град. С; точность регулирования 0,02 (в относительных единицах).</p> <p>Составить функциональную схему системы регулирования температуры.</p> <p>Определить передаточную функцию печи сопротивления и требуемую мощность регулятора мощности, приняв коэффициент передачи печи <math>k_{п} = 1</math>.</p> <p>Выбрать элементы системы регулирования</p>
---	--

	<p>температуры, и определим их передаточные функции.</p> <p>Составить структурную схему системы регулирования температуры с П-регулятором.</p> <p>По заданному значению точности регулирования определить требуемый коэффициент усиления системы регулирования.</p> <p>Рассчитать и построить зависимость статической ошибки регулирования от возмущающего воздействия, изменяющегося в диапазоне от 0 до 1 (в относительных величинах).</p> <p>Проверить систему на устойчивость по критериям Гурвица и Найквиста.</p> <p>Рассчитать и построить переходную функцию системы регулирования с П-регулятором для задающего и возмущающего воздействий. Воздействия принимать в диапазоне от 0.5 до 1 (в относительных величинах).</p> <p>Провести синтез системы регулирования температуры электрической печи сопротивления, выбрав вид и параметры последовательного корректирующего звена, обеспечивающего перерегулирование не более 0.01 от установившегося значения.</p> <p>Для рассчитанных параметров корректирующего звена построить переходные функции при изменении задающего и возмущающего воздействий отдельно для каждой составляющей закона регулирования и при использовании всех выбранных составляющих закона регулирования.</p> <p>Сделать выводы по проделанной работе.</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Принципы построения и классификация датчиков температуры.
2. Тиристорные регуляторы напряжения с улучшенными энергетическими показателями.
3. Предложить исполнительный элемент и датчик температуры для электрической печи сопротивления с рабочей температурой нагревателей 1100 С. Составить структурную схему системы регулирования температуры электрической печи сопротивления с П-регулятором.

### Процедура проведения

Составить структурную схему системы регулирования температуры с П-регулятором.с

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1пк-3 Демонстрирует умение разработать концепцию системы автоматического управления электро-технологической установкой (комплексом)

### **Вопросы, задания**

- 1.Исполнительные приводы постоянного тока.
- 2.Исполнительные приводы переменного тока.
- 3.Датчики температуры. Пирометры излучения.
- 4.Основные понятия об элементах систем управления.
- 5.Датчики электрических величин.
- 6.Преобразователи частоты.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

- 1.Как влияют характеристики элементов на свойства САУ?
- 2.Какие принципы положены в основу работы регулируемых трансформаторов?
- 3.Сопоставьте характеристики тиристорных регуляторов напряжения с фазоимпульсным и широтно-импульсным управлением.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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.

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.