

**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  
Автоматическое управление электротехнологическими установками**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Погребисский М.Я.
	Идентификатор	Rscf62952-PogrebisskiyMY-d58a694

М.Я.  
Погребисский  
(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

М.А. Федин  
(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

С.А. Цырук  
(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен проводить научные исследования в области электротехнологических процессов и установок с системами питания и управления

ИД-3 Демонстрирует умение проводить анализ и моделирование систем электропитания и автоматического управления электро-технологических установок (комплексов)

2. 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: Защита задания

1. Защита лабораторных работ (2 семестр) (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторных работ (3 семестр) (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)
5. Контрольная работа № 5 (Контрольная работа)
6. Контрольная работа № 6 (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	12	15	16
Основные принципы и понятия автоматического управления электротехнологическими установками					
Основные принципы и понятия автоматического управления электротехнологическими установками	+	+	+	+	
Автоматическое управление электрическими печами сопротивления					
Автоматическое управление электрическими печами сопротивления	+	+	+	+	

Автоматическое управление установками индукционного и диэлектрического нагрева				
Автоматическое управление установками индукционного и диэлектрического нагрева	+	+	+	+
Вес КМ:	20	25	30	25

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	16	16
Автоматическое управление установками дугового нагрева, руднотермическими печами и установками электрошлакового переплава					
Автоматическое управление установками дугового нагрева, руднотермическими печами и установками электрошлакового переплава	+	+	+	+	+
Автоматическое управление плазменными технологическими установками					
Автоматическое управление плазменными технологическими установками	+	+	+	+	+
Автоматическое управление электронно-лучевыми и лазерными технологическими установками					
Автоматическое управление электронно-лучевыми и лазерными технологическими установками	+	+	+	+	+
Вес КМ:	20	20	40	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-3ПК-1 Демонстрирует умение проводить анализ и моделирование систем электропитания и автоматического управления электро-технологических установок (комплексов)	<p>Знать:</p> <p>Принципы построения, структуру, методы анализа и синтеза систем автоматического управления ЭТУ</p> <p>Уметь:</p> <p>Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева</p> <p>Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях установок дугового, плазменного, электронно-</p>	<p>Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)</p> <p>Защита лабораторных работ (2 семестр) (Лабораторная работа)</p> <p>Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа № 5 (Контрольная работа)</p> <p>Защита лабораторных работ (3 семестр) (Лабораторная работа)</p> <p>Контрольная работа № 6 (Контрольная работа)</p>

		лучевого, лазерного нагрева, руднотермических печей, установок электрошлакового переплава	
ПК-3	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует умение разработать концепцию системы автоматического управления электро-технологической установкой (комплексом)	<p>Знать:</p> <p>Свойства и особенности электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов</p> <p>Свойства и особенности установок дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермических печей, установок электрошлакового переплава как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов</p> <p>Уметь:</p> <p>Разработать концепцию системы управления электротехнологической</p>	<p>Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)</p> <p>Защита лабораторных работ (2 семестр) (Лабораторная работа)</p> <p>Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа № 5 (Контрольная работа)</p> <p>Защита лабораторных работ (3 семестр) (Лабораторная работа)</p> <p>Контрольная работа № 6 (Контрольная работа)</p>

		<p>установкой (комплексом) дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермической печью, установкой электрошлакового переплава Разработать концепцию системы управления электротехнологической установкой (комплексом) резистивного, индукционного, диэлектрического нагрева</p>	
--	--	---	--

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

2 семестр

### КМ-1. Контрольная работа № 1

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

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

Время выполнения 45 минут.

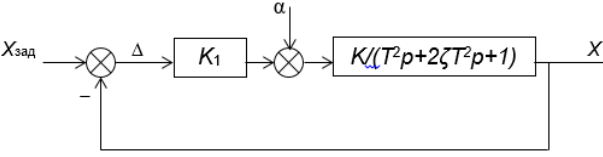
#### Краткое содержание задания:

На вопросы 1-10 задания из предложенных вариантов ответа необходимо выбрать правильный (единственный) ответ. На остальные вопросы задания (11 и 12) необходимо дать развернутые ответы.

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: Принципы построения, структуру, методы анализа и синтеза систем автоматического управления ЭТУ</p>	<p>1.</p> <p>1. Воздействие внешней среды, выводящее объект из желаемого состояния, называется:</p> <p>А. Управляющим воздействием. Б. Задающим воздействием В. Возмущающим воздействием (возмущением) Г. Шумом</p> <p>2.2. Замкнутая система отличается от разомкнутой:</p> <p>А. Наличием исполнительного устройства Б. Наличием датчика обратной связи В. Наличием регулирующего устройства</p> <p>3.3. Система, структура регулирующего устройства которой изменяется в зависимости от изменения параметров объекта управления или возмущений, действующих на объект, называется:</p> <p>А. Самонастраивающейся Б. Самоорганизующейся В. Линейной Г. Нелинейной Д. Следящей</p> <p>4.4. Система, параметры регулирующего устройства которой изменяется в зависимости от изменения параметров объекта управления или возмущений, действующих на объект, называется:</p> <p>А. Самонастраивающейся Б. Самоорганизующейся В. Линейной Г. Нелинейной Д. Следящей</p> <p>5.5. Система регулирования, задание которой является функцией времени, называется:</p>
--	--



	<p>А. Нелинейной системой  Б. Системой программного управления  В. Системой стабилизации  Г. Следящей системой</p> <p>6.6. Система, в которой осуществляется квантование сигнала только по уровню, называется:  А. Импульсной  Б. Цифровой  В. Релейной</p> <p>7.7. Система, в которой осуществляется квантование сигнала по времени и по уровню, называется:  А. Импульсной  Б. Цифровой  В. Релейной</p> <p>8.8. Принцип суперпозиции не выполняется в:  А. Линейных системах  Б. Нелинейных системах  В. Замкнутых системах</p> <p>9.9. Переходный процесс в виде колебаний с возрастающей амплитудой характерен для:  А. Устойчивых систем  Б. Неустойчивых систем</p> <p>10.10. Устройство, выдающее по команде регулирующего (вычислительного) устройства управляющее воздействие на объект, называется:  А. Исполнительным устройством  Б. Датчиком обратной связи  В. Задающим устройством  Г. Корректирующим устройством</p>
<p>Уметь: Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева</p>	<p>1.11. Дана структурная схема замкнутой системы автоматического регулирования. Рассчитайте статическую ошибку при отработке единичного ступенчатого возмущающего воздействия.</p>  <p>2.12. Постройте временные характеристики упругого звена <math>(T_1p+1)/(T_2p+1)</math> при <math>T_1 &gt; T_2</math>. Как изменится вид характеристик при <math>T_1 &lt; T_2</math>?</p>

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 9 или 10 вопросов из числа вопросов 1-10, и при этом даны правильные полные ответы на вопросы 11 и 12, или допущена одна неточность при ответах на вопросы 11 или 12; либо даны правильные ответы на 7 и более вопросов из числа вопросов 1-10, и при этом даны правильные полные правильные ответы на вопросы 11 и 12.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 7 или 8 вопросов из числа вопросов 1-10, и при этом допущена одна ошибка или две неточности при ответах на вопросы 11 или 12; либо даны правильные ответы на 5 или 6 вопросов из числа вопросов 1-10, и при этом допущена одна неточность при ответах на вопросы 11 или 12.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 7 и более вопросов из числа вопросов 1-10, и при этом не даны правильные ответы (допущены ошибки) на вопросы 11 и 12; либо даны правильные ответы на 5 или 6 вопросов из числа вопросов 1-10, и при этом допущены 2 неточности или 1 ошибка при ответе на вопросы 11 и 12.

## КМ-2. Контрольная работа № 2

**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: Принципы построения, структуру, методы анализа и синтеза систем автоматического управления ЭТУ	1. 1. 1. Как выполняется экспериментальная идентификация ЭТУ (на примере ЭПС косвенного нагрева) как объекта управления?
Знать: Свойства и особенности электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов	1.2. Приведите математическое описание (упрощенное) электрической печи сопротивления косвенного нагрева? Какое управляющее воздействие используются в ЭПС косвенного нагрева? Приведите примеры возмущающих воздействий, действующих в ЭПС.
Уметь: Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева	1.3. Приведите структурную схему системы двухпозиционного регулирования температуры ЭПС и проведите ее качественный анализ.
Уметь: Разработать концепцию системы управления электротехнологической установкой (комплексом)	1.4. Коэффициент усиления печи сопротивления равен $7\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ , коэффициент усиления регулятора мощности 0,5. Постоянная времени печи составляет 3100 с. Предложите закон регулирования

резистивного, индукционного, диэлектрического нагрева	(непрерывного) температуры, обеспечивающий равенство нулю статических ошибок при обработке ступенчатых заданий и возмущений. Определите ориентировочные значения настроек регулятора. 2.5. Мощность, потребляемая печью сопротивления, составляет 50% номинала. Чему будет равно при этом значение коэффициента мощности при одноканальном низкочастотном широтно-импульсном регулировании? При двухканальном синхронизированном низкочастотном широтно-импульсном регулировании?
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны правильные полные ответы на все пункты задания, или допущены неточность либо неполный ответ при выполнении не более чем одного пункта задания.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Неверно выполнен один пункт задания, или допущены неточности либо неполные ответы при выполнении двух пунктов задания.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Неверно выполнены два пункта задания, или допущены неточности либо неполные ответы при выполнении трех и более пунктов задания.

**КМ-3. Защита лабораторных работ (2 семестр)**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** По результатам лабораторной работы обучающийся готовит отчет в соответствии с требованиями, изложенными в описании лабораторной работы (методическом пособии). Защита лабораторной работы проводится в форме собеседования.

**Краткое содержание задания:**

Предусмотрены 4 лабораторные работы:

1 (6.1). Исследование системы непрерывного регулирования температуры ЭПС методом численного моделирования.

2 (6.2). Экспериментальное исследование системы непрерывного регулирования температуры электропечи сопротивления.

3 (9). Численное моделирование системы двухпозиционного регулирования температуры электропечи сопротивления.

4 (10). Численное моделирование системы автоматического регулирования мощности индукционной тигельной печи промышленной частоты.

Описания лабораторных работ, включая задание на выполнение работы и содержание отчета, приведены в методических пособиях.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: Свойства и особенности электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поясните характер переходного процесса изменения температуры в ЭПС при различных законах регулирования. (Лабораторные работы № 1 и 2).</li> <li>2. Поясните зависимости амплитуды и частоты колебаний температуры в ЭПС при двухпозиционном регулировании от ширины петли гистерезиса релейного элемента, постоянной времени датчика температуры и относительной величины задания температуры (Лабораторная работа № 3).</li> <li>3. Поясните природу автоколебаний в системе регулирования мощности индукционной тигельной печи при использовании в качестве исполнительного устройства трансформатора с переключением ступеней напряжения (Лабораторная работа № 4).</li> </ol>
<p>Уметь: Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поясните структурную схему имитационной модели системы непрерывного регулирования температуры ЭПС (Лабораторная работа № 1).</li> <li>2. Поясните методику экспериментального определения коэффициентов усиления тиристорного регулятора и объекта управления (печи) и постоянной времени объекта, использованную в лабораторной работе (Лабораторная работа № 2).</li> <li>3. Поясните структурную схему имитационной модели системы двухпозиционного регулирования температуры ЭПС (Лабораторная работа № 3).</li> <li>4. Поясните структурную схему имитационной модели системы регулирования мощности ИТП промышленной частоты. Как изменится структурная схема, если переключение ступеней напряжения трансформатора будет осуществляться не одним подвижным контактом на каретке с моторным приводом, а рядом контакторов? (Лабораторная работа № 4).</li> </ol>
<p>Уметь: Разработать концепцию системы управления электротехнологической установкой (комплексом) резистивного, индукционного, диэлектрического нагрева</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проанализируйте влияние способов регулирования мощности в ЭПС (фазоимпульсное, широтно-импульсное) на точность и качество регулирования температуры и энергетические показатели установки. Дайте рекомендации по применению указанных способов регулирования в ЭПС различных типов для различных технологических процессов. (Лабораторные работы № 1 и 2).</li> <li>2. Дайте рекомендации по применению двухпозиционного регулирования температуры ЭПС (для случаев электромеханического и тиристорного исполнительных контакторов) для различных технологических процессов. (Лабораторная работа № 3).</li> <li>3. Дайте рекомендации по настройке системы регулирования мощности индукционной тигельной печи промышленной частоты (выбор закона регулирования, определение настроечных</li> </ol>

	коэффициентов и ширины искусственной зоны нечувствительности) (Лабораторная работа № 4).
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изучаемой дисциплины, полностью освоил методику выполнения лабораторной работы, получил корректные экспериментальные данные, безошибочно обработал их, оформил отчет в полном соответствии с требованиями, безупречно ответил на вопросы защиты и на дополнительные вопросы (при их наличии).

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Обучающийся обнаружил полное знание материала изучаемой дисциплины, освоил методику выполнения лабораторной работы, ответил на все вопросы защиты, но допустил непринципиальные ошибки в экспериментальных данных, их обработке или ответах на вопросы.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Обучающийся обнаружил знание материала изучаемой дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю профессиональной деятельности, допустил погрешности в экспериментальных данных, их обработке или ответах на вопросы защиты, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**КМ-4. Контрольная работа № 3**

**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: Свойства и особенности электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов	1.Индукционный преобразователь энергии (установка индукционного нагрева) как объект управления. Какие величины регулируются в установках индукционного нагрева, какие управляющие и возмущающие воздействия действуют? 2.Исполнительные устройства автоматических регуляторов мощности индукционных плавильных печей промышленной и повышенной частоты. Математическое описание трансформатора с переключением ступеней напряжения, тиристорного и транзисторного преобразователей частоты.
Уметь: Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к	1.Каким образом организуется регулирование технологических параметров (например, температуры расплава) в установках индукционного

решению задач профессиональной деятельности в областях электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева	нагрева? Приведите функциональную схему двухконтурной системы, предусмотрев контур стабилизации мощности и контур регулирования технологического параметра. В какой последовательности производится настройка контуров?
Уметь: Разработать концепцию системы управления электротехнологической установкой (комплексом) резистивного, индукционного, диэлектрического нагрева	1. Особенности систем автоматического управления индукционных тигельных печей (ИТП) повышенной частоты (отличие от систем автоматического управления ИТП промышленной частоты). Составьте функциональную схему системы управления ИТП повышенной частоты. 2. Особенности систем автоматического управления индукционных канальных печей (ИКП) повышенной частоты (отличие от систем автоматического управления ИТП промышленной частоты). Составьте функциональную схему системы управления ИКП.

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные полные ответы на все пункты задания, или допущены неточность либо неполный ответ при выполнении не более чем одного пункта задания.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Неверно выполнен один пункт задания, или допущены неточности либо неполные ответы при выполнении двух пунктов задания.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Неверно выполнены два пункта задания, или допущены неточности либо неполные ответы при выполнении трех и более пунктов задания.*

### 3 семестр

#### КМ-1. Контрольная работа № 4

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

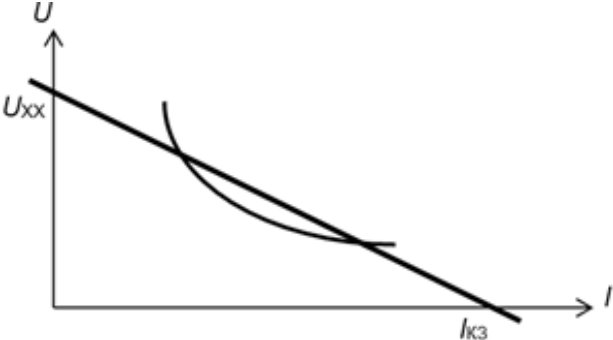
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется письменное задание. Время выполнения 20 минут.

#### Краткое содержание задания:

Необходимо выполнить все пункты задания, дав развернутые ответы.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: Свойства и особенности установок дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева,	1. Требования к характеристике источника питания дуговой установки. Перечислите способы формирования крутопадающей вольтамперной характеристики источника. Подробно опишите
--	---

<p>руднотермических печей, установок электрошлакового переплава как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов</p>	<p>принцип действия статического преобразователя с обратной связью по току. 2. На рисунке приведены ВАХ дуги постоянного тока и естественная характеристика источника питания. Напряжение холостого хода источника 250 В, ток короткого замыкания 5 кА. Нанесите характеристику источника питания при регулировании напряжения, соответствующую пределу устойчивости дуги. Каким в этом режиме будет напряжение холостого хода источника?</p>
	

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные полные ответы на оба пункта задания.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Допущены неточность либо неполный ответ при выполнении не более чем одного пункта задания.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Неверно выполнен один пункт задания, или допущены неточности либо неполные ответы при выполнении обоих пунктов задания.*

**КМ-2. Контрольная работа № 5**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**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:**

<p>Знать: Свойства и особенности установок дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермических печей,</p>	<p>1. Приведите распределение потенциала по длине электрической дуги. Соизмеримы ли приэлектродные падения напряжения с напряжением столба дуги в дуговой сталеплавильной печи (ДСП)? 2. Поясните принцип регулирования тока дуги за счет</p>
---	---

установок электрошлакового переплава как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов	изменения напряжения питания и за счет изменения длины дуги. Приведите соответствующие вольтамперные характеристики. 3.Поясните кратко, почему наиболее часто в ДСП в качестве параметра регулирования используется дифференциальный параметр (разность сигналов тока и напряжения), а не ток или напряжение дуги.
Уметь: Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях установок дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермических печей, установок электрошлакового переплава	1.Приведите функциональную схему системы регулирования мощности (перемещения электродов) ДСП по дифференциальному параметру. Поясните принцип ее действия (проведите качественный анализ).
Уметь: Разработать концепцию системы управления электротехнологической установкой (комплексом) дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермической печью, установкой электрошлакового переплава	1.Проведите сравнительный анализ гидропривода и электропривода как исполнительных приводов в системах перемещения электродов ДСП. Дайте рекомендации по выбору гидро- или электропривода в зависимости от типа и емкости ДСП.

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны правильные полные ответы на все пункты задания, или допущены неточность либо неполный ответ при выполнении не более чем одного пункта задания.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Неверно выполнен один пункт задания, или допущены неточности либо неполные ответы при выполнении двух пунктов задания.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Неверно выполнены два пункта задания, или допущены неточности либо неполные ответы при выполнении трех и более пунктов задания.

#### **КМ-3. Защита лабораторных работ (3 семестр)**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** По результатам лабораторной работы обучающийся готовит отчет в соответствии с требованиями, изложенными в описании



лабораторной работы (методическом пособии). Защита лабораторной работы проводится в форме собеседования.

### Краткое содержание задания:

Предусмотрены 4 лабораторные работы:

1 (11). Численное моделирование исполнительного электропривода постоянного тока

2 (12). Исследование электромеханического регулятора мощности дуговой сталеплавильной печи методом численного моделирования

3 (7). Исследование систем автоматического управления установок электрошлакового переплава

4 (13). Численное моделирование регулируемого источника постоянного тока

Описания лабораторных работ, включая задание на выполнение работы и содержание отчета, приведены в методических пособиях.

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях установок дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермических печей, установок электрошлакового переплава</p>	<p>1.Поясните структурную схему имитационной модели электропривода постоянного тока (Лабораторная работа № 1).                  2.Поясните структурную схему имитационной модели электромеханического регулятора мощности ДСП (Лабораторная работа № 2).                  3.Поясните структурную схему имитационной модели системы управления установки ЭШП со стабилизацией тока и релейным регулятором перемещения электрода в функции напряжения шлаковой ванны (Лабораторная работа № 3).                  4.Поясните структурную схему имитационной модели регулируемого источника постоянного тока, применяемого для питания дуговых плазмотронов (Лабораторная работа № 4).                  5.Дайте рекомендации по настройке регулятора тока (одно- и двухконтурного) дугового плазмотрона и подбору индуктивности реактора, используемого в управляемой системе электропитания дугового плазмотрона (Лабораторная работа № 4)</p>
<p>Уметь: Разработать концепцию системы управления электротехнологической установкой (комплексом) дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермической печью, установкой электрошлакового переплава</p>	<p>1.Дайте рекомендации по настройке релейного регулятора перемещения электрода (выбор ширины зоны нечувствительности) и ПИ-регулятора тока в установке ЭШП (Лабораторная работа № 3).</p>

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изучаемой дисциплины, полностью освоил методику выполнения лабораторной работы, получил корректные экспериментальные

данные, безошибочно обработал их, оформил отчет в полном соответствии с требованиями, безупречно ответил на вопросы защиты и на дополнительные вопросы (при их наличии).

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Обучающийся обнаружил полное знание материала изучаемой дисциплины, освоил методику выполнения лабораторной работы, ответил на все вопросы защиты, но допустил не принципиальные ошибки в экспериментальных данных, их обработке или ответах на вопросы.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Обучающийся обнаружил знание материала изучаемой дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю профессиональной деятельности, допустил погрешности в экспериментальных данных, их обработке или ответах на вопросы защиты, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

#### КМ-4. Контрольная работа № 6

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**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:**

<p>Знать: Свойства и особенности установок дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермических печей, установок электрошлакового переплава как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов</p>	<p>1. Каков принцип регулирования мощности электронного пучка используется в электронно-лучевых установках плавки и нанесения покрытий? Ответ проиллюстрируйте вольтамперными характеристиками электронной пушки. Почему регулирование мощности пучка изменением анодного напряжения, как правило, не используется?</p> <p>2. Из каких подсистем состоит система управления лазерной технологической установкой? Приведите и поясните функциональную схему управляемой системы электропитания лампы накачки твердотельного лазера. Почему для питания лампы накачки нужен источник с крутопадающей характеристикой?</p>
<p>Уметь: Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях установок дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермических печей, установок электрошлакового</p>	<p>1. Приведите и поясните функциональную схему управляемой системы электропитания дугового плазмотрона. Какой должна быть величина постоянной времени регулятора тока для обеспечения устойчивости плазменной дуги? Из каких соображений осуществляется подбор индуктивности фильтра и настроечных коэффициентов регулятора тока (пропорциональной и интегральной составляющих) в плазменных технологических установках?</p>

переплава	2. Питание плазмотрона постоянного тока осуществляется от управляемого выпрямителя. Как изменится требуемая для обеспечения устойчивости плазменной дуги величина индуктивности фильтра при переходе к питанию от широтно-импульсного преобразователя постоянного тока? Поясните ответ.
-----------	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны правильные полные ответы на все пункты задания, или допущены неточность либо неполный ответ при выполнении не более чем одного пункта задания.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Неверно выполнен один пункт задания, или допущены неточности либо неполные ответы при выполнении двух пунктов задания.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Неверно выполнены два пункта задания, или допущены неточности либо неполные ответы при выполнении трех и более пунктов задания.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

<b>МЭИ</b>	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10		Утверждаю: Зав. кафедрой
	Кафедра	ЭППЭ	
	Дисциплина	АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭТУ	
	Институт электротехники и электрификации		
1. Составьте структурную схему системы непрерывного регулирования температуры электропечи сопротивления и проведите ее качественный анализ. Приведите графики переходных процессов изменения температуры при П- и ПИ- (ПИД-) законах регулирования.			
2. При плавке ферромагнитной шихты в индукционной тигельной печи температура проходит точку Кюри. С чем связано падение мощности при этом? Как компенсировать падение мощности?			

Figure 1 Пример экзаменационного билета

## Процедура проведения

Проводится устный экзамен по билетам. Обучающийся получает билет с теоретическим вопросом и практическим заданием. Время подготовки обучающегося к ответу 60 минут, время опроса не более 30 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ПК-1</sub> Демонстрирует умение проводить анализ и моделирование систем электропитания и автоматического управления электро-технологических установок (комплексов)

### **Вопросы, задания**

1. Составьте структурную схему системы регулирования мощности индукционной тигельной печи промышленной частоты и проведите ее качественный анализ. Поясните механизм возникновения автоколебаний в такой системе. Что необходимо сделать для предотвращения автоколебаний?
2. Составьте структурную схему системы непрерывного регулирования температуры электропечи сопротивления и проведите ее качественный анализ. Приведите графики переходных процессов изменения температуры при П- и ПИ- (ПИД-) законах регулирования.
3. Составьте структурную схему системы 2-позиционного регулирования температуры электропечи сопротивления и проведите ее качественный анализ. Постройте временные диаграммы мощности и температуры. От каких факторов и как зависят амплитуда и частота колебаний температуры?
4. Влияние тиристорных регуляторов в установках ЭПС на питающую сеть. Временные диаграммы тока при фазоимпульсном и широтно-импульсном регулировании. Сравнение энергетических показателей фазоимпульсного и широтно-импульсного регулирования.
5. Управление по косвенным параметрам. Основной принцип. Примеры: регулирование температуры высокотемпературной вакуумной ЭПС по сопротивлению нагревателей, регулирование температуры нити осаждения в установке иодидного рафинирования.

6. Задачи управления индукционной тигельной печью промышленной частоты (ИТП ПЧ). Функциональная схема системы автоматического управления ИТП ПЧ и ее подсистемы (регуляторы). В чем заключаются отличия системы управления индукционной канальной печью?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Электрическая печь сопротивления косвенного нагрева упрощенно представляется:

Ответы:

- А. Инерционным звеном 1 порядка.
- Б. Колебательным звеном.
- В. Звеном чистого запаздывания.
- Г. Безынерционным звеном.

Верный ответ: Инерционным звеном 1 порядка.

2. Статическая ошибка системы регулирования температуры электропечи сопротивления при использовании ПИ-регулятора:

Ответы:

- А. Не равна нулю при отработке ступенчатого задания, не равна нулю при отработке ступенчатого возмущения.
- Б. Равна нулю при отработке ступенчатого задания и ступенчатого возмущения.
- В. Равна нулю при отработке ступенчатого задания, не равна нулю при отработке ступенчатого возмущения.

Верный ответ: Равна нулю при отработке ступенчатого задания и ступенчатого возмущения.

3. Автоколебания в системе регулирования без принятия специальных мер возникают при использовании в качестве исполнительного устройства в системе регулирования мощности индукционной установки:

Ответы:

- А. Тиристорного преобразователя частоты.
- Б. Транзисторного преобразователя частоты.
- В. Трансформатора с переключением ступеней напряжения.

Верный ответ: Трансформатора с переключением ступеней напряжения.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-3</sub> Демонстрирует умение разработать концепцию системы автоматического управления электро-технологической установкой (комплексом)

### Вопросы, задания

1. В системе регулирования мощности индукционной тигельной печи (исполнительное устройство – трансформатор с переключением ступеней напряжения) имеются автоколебания мощности. Чем они опасны? Предложите меры по устранению автоколебаний.

2. Нагреватели вакуумной печи сопротивления выполнены из вольфрама. Возможно ли в такой печи низкочастотное широтно-импульсное регулирование мощности? Ответ поясните.

3. При плавке ферромагнитной шихты в индукционной тигельной печи температура проходит точку Кюри. С чем связано падение мощности при этом? Как компенсировать падение мощности?

4. При ПИ-законе регулирования температуры ЭПС максимальное относительное перерегулирование велико (превышает 5%). Предложите меры по настройке регулятора, позволяющие уменьшить перерегулирование.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Широтно-импульсное (низкочастотное) регулирование мощности может применяться:

Ответы:

- А. В установке нагрева сопротивления с особыми требованиями к точности регулирования температуры.
- Б. В печи сопротивления с нагревателями из вольфрама или молибдена.
- В. В печи сопротивления с нагревателями из дисилицида молибдена.
- Г. В среднетемпературной печи сопротивления (непрецизионной) с питанием нагревателей сетевым напряжением.

Верный ответ: В среднетемпературной печи сопротивления (непрецизионной) с питанием нагревателей сетевым напряжением.

2. При широтно-импульсном (низкочастотном) регулировании мощности в электропечах сопротивления в спектре тока присутствуют:

Ответы:

- А. Высшие гармонические составляющие.
- Б. Высшие гармонические и субгармонические составляющие.
- В. Субгармонические составляющие.

Верный ответ: Субгармонические составляющие.

3. Дополнительную обратную связь по току необходимо использовать для ограничения тока при прогреве нагревателей из холодного состояния в печах сопротивления:

Ответы:

- А. С нагревателями из нихрома.
- Б. С нагревателями из вольфрама или молибдена.
- В. С нагревателями из хромита лантана.
- Г. С нагревателями из графита или углеродного композита.

Верный ответ: С нагревателями из вольфрама или молибдена.

4. В состав системы управления индукционной тигельной печи промышленной частоты обязательно входят подсистемы:

Ответы:

- А. Регулирования режима (мощности), регулирования коэффициента мощности.
- Б. Регулирования коэффициента мощности, регулирования режима симметрирования.
- В. Регулирования режима (мощности), регулирования коэффициента мощности, регулирования режима симметрирования.

Верный ответ: Регулирования режима (мощности), регулирования коэффициента мощности, регулирования режима симметрирования.

5. В отличие от индукционной тигельной печи (ИТП) промышленной частоты, в системе управления ИТП средней частоты отсутствует подсистема:

Ответы:

- А. Регулирования режима (мощности).
- Б. Регулирования коэффициента мощности.
- В. Регулирования режима симметрирования.

Верный ответ: Регулирования режима симметрирования.

6. Регулирование коэффициента мощности в ходе плавки не требуется:

Ответы:

- А. В индукционной тигельной печи (ИТП) промышленной частоты.
- Б. В ИТП промышленной частоты.
- В. В индукционной канальной печи.

Верный ответ: В индукционной канальной печи.

7. Какие преобразовательные устройства не используются для питания установок индукционного нагрева средней частоты:

Ответы:

- А. Тиристорные преобразователи частоты.
- Б. Ламповые генераторы.
- В. Транзисторные преобразователи частоты.

Верный ответ: Ламповые генераторы.

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответил на вопросы билета и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины (при их наличии), правильно выполнил практическое задание.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Обучающийся обнаружил полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняет предусмотренные задания, усвоил литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показал систематический характер знаний по дисциплине, ответил на все вопросы билета, правильно решил задачу (выполнил практическое задание), но допустил при этом непринципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Обучающийся обнаружил знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю профессиональной деятельности, справляется с выполнением заданий, знаком с литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустил погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практического задания, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнил практическое задание, но по указанию преподавателя выполнил другие практические задания из того же раздела дисциплины.

## 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.

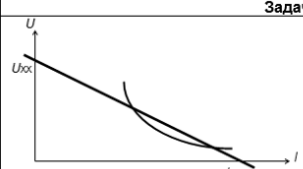
3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2		Утверждаю: Зав. кафедрой
	Кафедра	ЭППЭ	
	Дисциплина	АУЭТУ	
Институт электротехники и электрификации			
1. Состав системы управления технологического лазера. Фокусировка лазерного излучения и позиционирование образца. 2. Задача на анализ устойчивости дуги постоянного тока.			

Задача № 2	
	На рисунке приведены ВАХ дуги постоянного тока и естественная (без добавочного сопротивления) характеристика источника питания. Напряжение холостого хода источника 80 В, ток короткого замыкания 1 кА. Нанесите характеристику источника питания при реостатном регулировании, соответствующую пределу устойчивости дуги. Каким в этом режиме будет добавочное сопротивление?

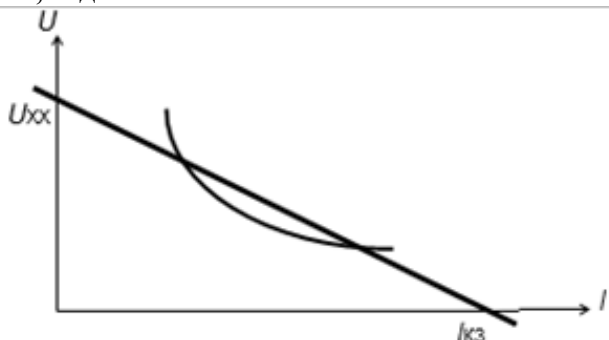
## Процедура проведения

Проводится устный экзамен по билетам. Обучающийся получает билет с теоретическим вопросом и практическим заданием (задачей). Время подготовки обучающегося к ответу 60 минут, время опроса не более 30 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-1 Демонстрирует умение проводить анализ и моделирование систем электропитания и автоматического управления электро-технологических установок (комплексов)

### Вопросы, задания



1. На рисунке приведены ВАХ дуги постоянного тока и естественная (без добавочного сопротивления) характеристика источника питания. Напряжение холостого хода источника 200 В, ток короткого замыкания 1 кА. Нанесите характеристику источника питания при реостатном регулировании, соответствующую пределу устойчивости дуги. Каким в этом режиме будет добавочное сопротивление?
2. Приведите структурную схему электромеханического регулятора дуговой сталеплавильной печи с исполнительным приводом постоянного тока и проведите качественный анализ регулятора.
3. Составьте структурную схему источника питания дугового плазмотрона. Покажите вид вольтамперной характеристики источника при пропорциональном (П) и пропорционально-интегральном (ПИ) законах регулирования.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Электрическая дуга как вид самостоятельного разряда в газах характеризуется:

Ответы:

- А. Относительно низкими напряжениями и большими токами.
- Б. Относительно малыми токами и высокими напряжениями.

Верный ответ: Относительно низкими напряжениями и большими токами.

2. Напряжение длинной дуги (в дуговых сталеплавильных печах):

Ответы:

- А. Практически пропорционально длине дуги.
- Б. Обрато пропорционально длине дуги.
- В. Зависимость напряжения от длины дуги имеет экстремум.

Верный ответ: Практически пропорционально длине дуги.

3. Устойчивость плазменной дуги:

Ответы:

- А. Зависит от формы кривой выпрямленного напряжения источника питания.
- Б. Не зависит от формы кривой выпрямленного напряжения источника питания.

Верный ответ: Зависит от формы кривой выпрямленного напряжения источника питания.



4. Вертикальная (в рабочем диапазоне нагрузок) вольтамперная характеристика статического преобразователя с обратной связью по току получается при использовании:

Ответы:

- А. Релейного регулирования тока.
- Б. ПИ-закона регулирования тока.
- В. П-закона регулирования тока.

Верный ответ: ПИ-закона регулирования тока.

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

### Вопросы, задания

1. Пример управления технологическим параметром в электронно-лучевой установке. Стабилизация толщины покрытия, наносимого на полимерный рулонный материал.
2. Требования к источнику питания дуговой электротехнологической установки. Способы формирования крутопадающей характеристики источника
3. Питание дуговой печи постоянного тока осуществляется от управляемого выпрямителя. Как изменятся требования к печному трансформатору и реактору (дросселю) при переходе к питанию от широтно-импульсного преобразователя постоянного тока? Поясните ответ.
4. Состав системы управления технологического лазера. Фокусировка лазерного излучения и позиционирование образца.
5. Требования к характеристике источника питания дугового плазмотрона. Функциональная схема управляемой системы электропитания дугового плазмотрона. Пуск плазмотрона и защита от перенапряжений.
6. Автоматическое управление дуговой печью постоянного тока (ДППТ). Требования к характеристике источника питания ДППТ. Каналы управления в ДППТ.
7. Автоматическое управление руднотермическими печами (РТП). Регулирование электрического режима РТП. Выбор задания регуляторов. Автоматизированные системы управления и системы поддержки принятия решений в РТП.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. В дуговых сталеплавильных печах переменного тока используется следующий параметр регулирования:

Ответы:

- А. Напряжение.
- Б. Ток.
- В. Дифференциальный параметр (разность сигналов напряжения и тока) или импеданс фазы.

Верный ответ: Дифференциальный параметр (разность сигналов напряжения и тока) или импеданс фазы.

2. Алгоритм управления современными вакуумными дуговыми печами включает в себя:

Ответы:

- А. Стабилизацию тока дуги и перемещение электрода в функции напряжения.
- Б. Регулирование мощности путем перемещения электрода в функции тока.
- В. Регулирование мощности путем перемещения электрода в функции напряжения.
- Г. Регулирование мощности путем перемещения электрода в функции дифференциального параметра.
- Д. Стабилизацию тока дуги и перемещение электрода в функции напряжения с коррекцией по частоте капельных воздействий.

Верный ответ: Стабилизацию тока дуги и перемещение электрода в функции напряжения с коррекцией по частоте капельных воздействий.

3. Регулирование мощности электронного пучка в электронно-лучевых установках для сварки и размерной обработки осуществляется путем:

Ответы:

- А. Изменения напряжения анодного питания.
- Б. Изменения режима накала основного катода.
- В. Изменения потенциала управляющего электрода в импульсном или непрерывном режиме.

Верный ответ: Изменения потенциала управляющего электрода в импульсном или непрерывном режиме.

4. Уменьшить мощность реактора в системе электропитания дуговой печи постоянного тока и перейти от использования специального печного трансформатора к обычному трансформатору позволяет использование в качестве исполнительного устройства в канале стабилизации тока:

Ответы:

- А. Вращающегося преобразователя постоянного тока.
- Б. Транзисторного преобразователя постоянного тока.
- В. Управляемого тиристорного выпрямителя.

Верный ответ: Транзисторного преобразователя постоянного тока.

5. Регулирование мощности электронного пучка в электронно-лучевых установках для плавки и испарения осуществляется путем:

Ответы:

- А. Изменения напряжения анодного питания.
- Б. Изменения режима накала основного катода.
- В. Изменения потенциала управляющего электрода в импульсном или непрерывном режиме.

Верный ответ: Изменения режима накала основного катода.

6. Стабилизация толщины покрытия, наносимого на движущуюся подложку (полимерный рулонный материал), в электронно-лучевых установках осуществляется:

Ответы:

- А. Путем прямого измерения и регулирования толщины покрытия.
- Б. По косвенному параметру ионного тока.
- В. По косвенному параметру температуры испаряемого материала в тигле.
- Г. По косвенному параметру выходной мощности источника анодного питания.

Верный ответ: По косвенному параметру выходной мощности источника анодного питания.

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответил на вопросы билета и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины (при их наличии), правильно решил задачу (выполнил практическое задание).

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Обучающийся обнаружил полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняет предусмотренные задания, усвоил литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показал систематический

характер знаний по дисциплине, ответил на все вопросы билета, правильно решил задачу (выполнил практическое задание), но допустил при этом непринципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Обучающийся обнаружил знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю профессиональной деятельности, справляется с выполнением заданий, знаком с литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустил погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при решении задачи (выполнении практического задания), но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно решил задачу (выполнил практическое задание), но по указанию преподавателя решил другие задачи (выполнил практические задания) из того же раздела дисциплины.

### ***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. В приложение к диплому выносятся оценка за 3 семестр.