

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электротехнологические установки и системы**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Системы автоматического управления электротехнологическими  
установками**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов А.О.
Идентификатор	Rc98b17a6-KuleshovAO-26442bbf	

А.О. Кулешов

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов А.О.
Идентификатор	Rc98b17a6-KuleshovAO-26442bbf	

А.О.  
Кулешов

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-7 Способен участвовать в разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования систем автоматического управления объектами профессиональной деятельности

ИД-1 Демонстрирует умение выполнять предпроектный анализ объекта управления, для которого разрабатывается проект системы автоматического управления

ИД-2 Демонстрирует умение разрабатывать проектные решения отдельных частей системы автоматического управления объектом профессиональной деятельности

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. ЛР1. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки электрошлакового переплава в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)
2. ЛР2. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки для химико-термической установки в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)
3. ЛР3. Программирование алгоритма управления электрической печи сопротивления в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)
4. ЛР4. Программирование алгоритма управления индукционной тигельной печью в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Разработка релейно-контакторной схемы управления электротермической установки (Расчетно-графическая работа)
2. Составление электрических схем на базе программируемых логических контроллеров (Контрольная работа)
3. Составление электрических схем управления ЭТУ (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	4	4	8	12	16	17	17
Основные понятия и определения, классификация систем управления								
Основные понятия и определения, классификация систем управления		+	+					+
Системы релейно-контакторной автоматики								

Системы релейно-контакторной автоматики	+			+			+
Системы автоматики на логических элементах							
Системы автоматики на логических элементах			+		+		
Системы автоматики с программируемыми логическими контроллерами							
Системы автоматики с программируемыми логическими контроллерами						+	+
Вес КМ:	10	10	10	10	10	10	40

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-7	ИД-1 <sub>ПК-7</sub> Демонстрирует умение выполнять предпроектный анализ объекта управления, для которого разрабатывается проект системы автоматического управления	Знать: основные положения теории автоматического управления; источники научно-технической информации по системам и средствам управления ЭТУ Уметь: анализировать информацию о новинках, используемых в системах управления ЭТУ	Составление электрических схем управления ЭТУ (Контрольная работа) ЛР2. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки для химико-термической установки в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа) Составление электрических схем на базе программируемых логических контроллеров (Контрольная работа) Разработка релейно-контакторной схемы управления электротермической установки (Расчетно-графическая работа)
ПК-7	ИД-2 <sub>ПК-7</sub> Демонстрирует умение разрабатывать проектные решения отдельных частей системы автоматического управления объектом профессиональной деятельности	Знать: основные функциональные схемы систем автоматического управления электротехнологическими установками Уметь: разрабатывать схемы автоматизированных систем управления ЭТУ и выбирать их аппаратные	ЛР1. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки электрошлакового переплава в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа) ЛР3. Программирование алгоритма управления электрической печи сопротивления в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа) ЛР4. Программирование алгоритма управления индукционной тигельной печью в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)

		реализации; разрабатывать автоматические системы управления ЭТУ	
--	--	--	--

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

### КМ-1. Составление электрических схем управления ЭТУ

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится в письменной форме по вариантам

#### Краткое содержание задания:

Построить схему управления толкательной ЭПС с возвратно-поступательным движением толкателя и двухпозиционным регулятором температуры. Разработать силовую схему и схему управления. Предусмотреть необходимые блокировки, защиты и сигнализацию. Описать работу полученной схемы.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: источники научно-технической информации по системам и средствам управления ЭТУ	1.Какие блокировки предусмотрены в цепи управления ЭТУ? 2.Какая применяется звуковая сигнализация? 3.В чем заключается особенность силовой части схемы?
---	---

#### 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. ЛР1. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки электрошлакового переплава в программе Codesys V2.3

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Реализация алгоритмов управления в программе Codesys V 2.3

**Краткое содержание задания:**

Изучение схемы принципа построение системы электроснабжения и управления установки электрошлакового переплава, отладка управляющей программы и визуализация технологического процесса с помощью инструментального программного комплекса промышленной автоматизации CoDeSys V2.3.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные функциональные схемы систем автоматического управления электротехнологическими установками	1.Какие блокировки предусмотрены в схеме управления? 2.Как реализована световая сигнализация в схеме управления? 3.Какой способ регулирования мощности реализован в данной схеме управления?
--	--

**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. ЛР2. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки для химико-термической установки в программе Codesys V2.3**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Реализация алгоритмов управления в программе Codesys V 2.3

**Краткое содержание задания:**

Изучение схемы принципа построение системы электроснабжения и управления установки электрической печи, отладка управляющей программы и визуализация технологического процесса с помощью инструментального программного комплекса промышленной автоматизации CoDeSys V2.3.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные положения теории автоматического управления;	1.Какие блокировки предусмотрены в схеме управления? 2.Как реализована световая сигнализация в схеме управления?
--	---

	3.Какой способ регулирования мощности реализован в данной схеме управления?
--	---

**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. ЛР3. Программирование алгоритма управления электрической печи сопротивления в программе Codesys V2.3**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Реализация алгоритмов управления в программе Codesys V 2.3

**Краткое содержание задания:**

Изучение схемы принципа построение системы электроснабжения и управления установки электрической печи сопротивления, отладка управляющей программы и визуализация технологического процесса с помощью инструментального программного комплекса промышленной автоматизации CoDeSys V2.3.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: разрабатывать схемы автоматизированных систем управления ЭТУ и выбирать их аппаратные реализации;	1.Какие блокировки предусмотрены в схеме управления? 2.Как реализована световая сигнализация в схеме управления? 3.Какой способ регулирования мощности реализован в данной схеме управления?
--	--

**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-5. ЛР4. Программирование алгоритма управления индукционной тигельной печью в программе Codesys V2.3**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Реализация алгоритмов управления в программе Codesys V 2.3

#### **Краткое содержание задания:**

Изучение схемы принципа построение системы электроснабжения и управления установки индукционной тигельной печью, отладка управляющей программы и визуализация технологического процесса с помощью инструментального программного комплекса промышленной автоматизации CoDeSys V2.3.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: разрабатывать автоматические системы управления ЭТУ	1.Какие блокировки предусмотрены в схеме управления? 2.Как реализована световая сигнализация в схеме управления? 3.Какой способ регулирования мощности реализован в данной схеме управления?
--	--

#### **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-6. Составление электрических схем на базе программируемых логических контроллеров

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится в письменной форме по вариантам

### Краткое содержание задания:

Разработать схему регулирования температуры в ЭПС на базе тиристоров с фазоимпульсным управлением и программируемого регулятора температуры. Разработать силовую схему и схему управления. Предусмотреть необходимые блокировки, защиты и сигнализацию. Описать работу полученной схемы и особенности управления бесконтактными элементами

### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: анализировать информацию о новинках, используемых в системах управления ЭТУ	1. Как выбираются бесконтактные элементы управления? 2. Какой исполнительный элемент реализует фазоимпульсное управление? 3. В чем заключаются особенности фазоимпульсного управления?
--	--

### 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-7. Разработка релейно-контакторной схемы управления электротермической установки

**Формы реализации:** Письменная работа

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдаются индивидуальные однотипные задания.

### Краткое содержание задания:

Разработать релейно-контакторную схему управления электротермической установки

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: источники научно-технической информации по системам и средствам управления ЭТУ	1. Где в схеме реализована предупредительная сигнализация? 2. Какая часть схемы реализует блокировки? 3. Расскажите особенности силовой схемы электропитания электротермической установки
Уметь: анализировать информацию о новинках, используемых в системах управления ЭТУ	1. На каком программируемом логическом контроллере базируются разработанные схемы? 2. Какие аналоговые датчики применяются в разработанной схеме?

**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

## 7 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Понятие управления. Структура системы управления. Разомкнутые и замкнутые системы.
2. Разработать схему 2-позиционного регулятора температуры ЭПС.

### Процедура проведения

Зачет проводится в устной форме по билетам, время на подготовку устного ответа 60 минут

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-7</sub> Демонстрирует умение выполнять предпроектный анализ объекта управления, для которого разрабатывается проект системы автоматического управления

### Вопросы, задания

1. Системы защиты и блокировок в электротехнологических установках. Примеры. Принципы построения систем управления на бесконтактных логических элементах (БЛЭ).
2. Классификация логических элементов: комбинаторные и с памятью. Построение логических схем на базе простейших логических элементов. Примеры построения РКСУ ЭТУ.
3. Связь управляющих цепей на БЛЭ с исполнительными элементами. Проблема потенциальной развязки. Системы с логическими контроллерами.
4. Связь управляющих цепей на БЛЭ с исполнительными элементами. Проблема потенциальной развязки. Способы потенциального разделения сигналов в схемах автоматики на бесконтактных логических элементах.
5. Классификация программируемых контроллеров. Организация ввода/вывода сигналов в логический контроллер. Организация вывода сигналов из логического контроллера.
6. Схемы подключения исполнительных аппаратов к выходам логических контроллеров. Выходные устройства логических контроллеров.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Достоинства бесконтактных пускателей?

Ответы:

малые габариты

бесшумность

высокая наработка на отказ

хорошая стойкость к коротким замыканиям

не требует защиты от перенапряжений

Верный ответ: малые габариты бесшумность высокая наработка на отказ

2.

- Увеличение пропорционального коэффициента (ПИД-регулятора) приводит к увеличению быстродействия, но...

Ответы:

снижению устойчивости системы  
увеличения точности регулирования параметров  
увеличивает инерционность  
увеличивает быстродействие

Верный ответ: снижению устойчивости системы

3.

- Дифференциальная составляющая ПИД-регулятора предназначена для

Ответы:

устранения затухающего колебания, возникающие при использовании только пропорциональной составляющей.

организации отрицательной обратной связи

для устранения “дребезга контактов” исполнительных устройств

Верный ответ: устранения затухающего колебания, возникающие при использовании только пропорциональной составляющей.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-7 Демонстрирует умение разрабатывать проектные решения отдельных частей системы автоматического управления объектом профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

1. Этапы автоматизации, виды систем управления. Этапы развития средств и принципов автоматизации электротехнологических установок.

2. Системы релейно-контакторной автоматики, непрерывные (аналоговые) системы, импульсные и цифровые системы. Классификация задач управления электротехнологическими установками (ЭТУ).

3. Релейно-контакторные системы управления (РКСУ). Элементная база РКСУ.

Управление в функции времени, в функции тока и напряжения, в функции перемещения.

Примеры.

4. Принципы построения систем управления на бесконтактных логических элементах (БЛЭ). Классификация логических элементов: комбинаторные и с памятью. Построение логических схем на базе простейших логических элементов.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. В разомкнутой САУ задающее устройство

Ответы:

1. сравнивает информацию о фактическом режиме работы электроустановки

получает информацию о фактическом режиме работы электроустановки

не получает информацию о фактическом режиме работы электроустановки

накапливает информацию о фактическом режиме работы электроустановки

Верный ответ: не получает информацию о фактическом режиме работы электроустановки

2. Какие виды сигнализаций применяются в системах управления электротехнологическими установками

Ответы:

сигнализация положения

аварийная

предупредительная

осведомительная

Верный ответ: сигнализация положения аварийная предупредительная  
3. Недостатки бесконтактных пускателей?

Ответы:

сильно греется  
не производит гальваническую развязку  
возможно ложное срабатывание  
маленькие габариты  
высокая стоимость

Верный ответ: сильно греется не производит гальваническую развязку возможно  
ложное срабатывание

## ***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. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2*

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

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