

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

**Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
АСУ ТП энергоблоков**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Косой А.А.
	Идентификатор	Rf765ead2-KosoyAA-01b8e7ed

А.А. Косой

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Олейникова Е.Н.
	Идентификатор	R1baf83c5-OleynikovaYN-375dcc6

Е.Н.  
Олейникова

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев Н.Д.
	Идентификатор	R618dc98f-RogalevND-c9225577

Н.Д. Рогалев

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен участвовать в организации и эксплуатации систем управления технологическими объектами

ИД-1 Демонстрирует знание основных принципов, методов и основ построения систем АСУ ТП, обеспечивающих безопасную и надежную работу объектов теплоэнергетики

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита лабораторной работы №1 Применение подсистемы технологической сигнализации отклонения параметров в режиме ручного управления энергоблоком на базе ПЭВМ (Решение задач)

2. Защита лабораторной работы №2 Исследование подсистемы расчета оперативных технико-экономических показателей работы энергоблока (на примере расчета КПД) (Решение задач)

3. Защита лабораторной работы №3 Исследование подсистемы непосредственного цифрового управления в АСУТП энергоблока. (Решение задач)

4. Защита лабораторной работы №4 Компьютерная информационно-справочная система на базе режимных карт котлов ТЭЦ-8 Мосэнерго. (Решение задач)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Введение. Понятие АСУ ТЭС, основное назначение					
Введение. Понятие АСУ ТЭС, основное назначение	+	+			
Большие системы управления в энергетике					
Большие системы управления в энергетике					+
Системы поддержки принятия решений					
Системы поддержки принятия решений				+	
Организация оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) ТЭС					

Организация оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) ТЭС				+
Реализация АСУ ТП энергоблоков				
Реализация АСУ ТП энергоблоков			+	
Автоматизация энергоблоков ТЭС				
Автоматизация энергоблоков ТЭС	+	+		
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-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание основных принципов, методов и основ построения систем АСУ ТП, обеспечивающих безопасную и надежную работу объектов теплоэнергетики	<p>Знать:</p> <p>основные схемы автоматизированных систем управления тепловыми процессами энергоблоков</p> <p>основы организации оперативно-диспетчерского управления, эргономику автоматизированного рабочего места оператора</p> <p>основные информационные и управляющие функции АСУ ТП энергоблока и электростанции</p> <p>Уметь:</p> <p>формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по</p>	<p>Защита лабораторной работы №1 Применение подсистемы технологической сигнализации отклонения параметров в режиме ручного управления энергоблоком на базе ПЭВМ (Решение задач)</p> <p>Защита лабораторной работы №2 Исследование подсистемы расчета оперативных технико-экономических показателей работы энергоблока (на примере расчета КПД) (Решение задач)</p> <p>Защита лабораторной работы №3 Исследование подсистемы непосредственного цифрового управления в АСУТП энергоблока. (Решение задач)</p> <p>Защита лабораторной работы №4 Компьютерная информационно-справочная система на базе режимных карт котлов ТЭЦ-8 Мосэнерго. (Решение задач)</p>

		<p>улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов рассчитывать параметры линий обмена данными элементов АСУ ТП энергоблоков разрабатывать алгоритмы контроля и функционирования автоматизированных систем управления</p>	
--	--	---	--

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

### КМ-1. Защита лабораторной работы №1 Применение подсистемы технологической сигнализации отклонения параметров в режиме ручного управления энергоблоком на базе ПЭВМ

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту предоставляется для решения три задания на 45 минут.

#### Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по ручному управлению энергоблоком, основных понятий технологической сигнализации АСУТП.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные информационные и управляющие функции АСУ ТП энергоблока и электростанции	1.Перечислить состав информационных и управляющих функций энергоблока и электростанции 2.Объяснить назначение каждой функции 3.Выделить перечисленные функции для уровня энергоблока и электростанции.
Уметь: разрабатывать алгоритмы контроля и функционирования автоматизированных систем управления	1.Ручной перевод управляемой величины на новое значение 2.Ручная компенсация внешнего возмущения 3.Ручная компенсация управляемой величины внешнего возмущения с ограничением на уставку срабатывания сигнализации по повышению 4.Ручная компенсация управляемой величины внешнего возмущения с ограничением на уставку срабатывания сигнализации по понижению

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практическое задание, показал при ответе на вопросы и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изучаемой темы, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений. При выполнении практического задания на тренажёре смог верно рассчитать необходимую величину и направление управляющего воздействия. В ходе выполнения работы не допустил срабатывания сигнализации. Осуществил перевод управляемой величины на новое значение за минимальное количество команд управляющему органу или обосновал невозможность компенсации внешнего возмущения.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустил при этом

непринципиальные ошибки или выполнил ручное регулирование с излишним количеством переключений исполнительного органа.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание, но либо наметил правильный путь его выполнения.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание изучаемого раздела дисциплины.

### **КМ-2. Защита лабораторной работы №2 Исследование подсистемы расчета оперативных технико-экономических показателей работы энергоблока (на примере расчета КПД)**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту предоставляются для решения три задания на 45 минут

#### **Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний по схемам автоматического регулирования основных параметров энергоблока

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные информационные и управляющие функции АСУ ТП энергоблока и электростанции	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Алгоритмы регулирующих устройств</li><li>2.Изобразить функциональную и структурную схемы регулирования давления перегретого пара барабанного котла</li><li>3.Назначение АСР давления пара</li></ol>
Уметь: разрабатывать алгоритмы контроля и функционирования автоматизированных систем управления	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Умение на исследуемом тренажёре проводить опыты на определение экспериментального КПД при номинальном режиме</li><li>2.Умение на исследуемом тренажёре проводить опыты на определение экспериментального КПД при переходном режиме</li><li>3.Умение на исследуемом тренажёре проводить опыты на определение и сравнение экспериментального КПД при номинальном и переходных режимах</li></ol>

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практическое задание, показал при ответе на вопросы и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изучаемой темы, свободно применяет свои знания для объяснения различных



явлений. При выполнении практического задания на тренажёре смог верно применить методику определения минимально-необходимого количества точек усреднения, для расчёта КПД при переменных режимах.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустил при этом принципиальные ошибки или допустил незначительные ошибки при проведении опыта на тренажёре по исследованию расчёта КПД.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание, но либо наметил правильный путь его выполнения.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание изучаемого раздела дисциплины.

### **КМ-3. Защита лабораторной работы №3 Исследование подсистемы непосредственного цифрового управления в АСУТП энергоблока.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту предоставляется для решения три задания на 45 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний по математическим моделям объектов управления

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные схемы автоматизированных систем управления тепловыми процессами энергоблоков</p>	<p>1.Перечислить методы определения моделей статики и динамики участков энергоблока ТЭС 2.Перечислить методы определения моделей статики и динамики участков энергоблока АЭС 3.Составить дифференциальное уравнение изменения уровня в барабане котла, вывести передаточную функцию</p>
<p>Уметь: рассчитывать параметры линий обмена данными элементов АСУ ТП энергоблоков</p>	<p>1.Проведение эксперимента по оценке качества работы цифрового регулятора 2.Проведение эксперимента по оценке качества работы аналогового регулятора 3.Расчёт необходимого интервала квантования цифрового регулятора для обеспечения заданного качества управления</p>

#### **Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

**Описание характеристики выполнения знания:** Студент правильно выполнил практическое задание, показал при ответе на вопросы и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изучаемой темы, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений. При выполнении практического задания на тренажёре смог верно рассчитать необходимую величину интервала квантования, либо верно провёл эксперимент по оценки качества работы цифрового регулятора.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

**Описание характеристики выполнения знания:** Студент правильно выполнил практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустил при этом непринципиальные ошибки или не смог обеспечить заданное качество процесса управления

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

**Описание характеристики выполнения знания:** Студент в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание, но либо наметил правильный путь его выполнения.

Оценка: 2

**Описание характеристики выполнения знания:** а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание изучаемого раздела дисциплины.

#### **КМ-4. Защита лабораторной работы №4 Компьютерная информационно-справочная система на базе режимных карт котлов ТЭЦ-8 Мосэнерго.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту предоставляется для решения три задания на 45 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний по информационно-справочной системе на базе режимных карт котлов ТЭЦ-8 Мосэнерго

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы организации оперативно-диспетчерского управления, эргономику автоматизированного рабочего места оператора	1. Составить функциональную схему регулирования экономичности процесса горения парового котла. 2. Составить спецификацию на средства автоматизации разработанной АСР. 3. Составить целевую функцию, привести способ решения задачи при заданном виде расходных характеристик энергоблока.
Уметь: формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования,	1. Расчёт параметров настройки П-регулятора для АСР экономичности горения парового котла 2. Расчёт параметров настройки ПИ-регулятора для АСР экономичности горения парового котла 3. Расчёт параметров настройки ПИД-регулятора для

мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов	АСР экономичности горения парового котла
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практическое задание, показал при ответе на вопросы и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изучаемой темы, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений. При выполнении практического задания на тренажёре смог обеспечить корректную работу регулятора АСР экономичности горения парового котла

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустил при этом непринципиальные ошибки или выполнил не оптимальную настройку регулятора АСР экономичности горения парового котла

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание, но либо наметил правильный путь его выполнения.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание изучаемого раздела дисциплины.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Многоуровневая иерархия АСУ производства электрической и тепловой энергии на ТЭС (АЭС). Разновидности автоматизированных систем управления: АСУП, АСУТП. Понятие критерия управления АСУТП.
2. Регулирование давления пара с помощью редуцированных установок: схемы регулирования «до себя» и «после себя». Автоматическое регулирование параметров БРОУ.
2. Составить схему автоматического регулирования температуры на выходе теплообменника.

### Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на выполнение экзаменационного задания/подготовку ответа – 45-60 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание основных принципов, методов и основ построения систем АСУ ТП, обеспечивающих безопасную и надежную работу объектов теплоэнергетики

### Вопросы, задания

1. Принципы автоматизированного управления технологическим объектом. Управление в режиме «советчика оператора»; супервизорное управление; централизованное цифровое управление на основе ПТК; распределенное цифровое управление.
2. Регулирование уровня в конденсаторе турбины.
3. Определить математическую модель расходной характеристики по заданным численным данным.
4. Понятие и структура функционально-группового управления теплоэнергетическим объектом.
5. Многосвязное регулирование энергоблоков на базе современных программно-технических комплексов.
6. Система автоматического регулирования экономичности процесса горения.
7. Подсистемы управления второго (нижнего) уровня автоматизации энергоблока АЭС (ТЭС) и их назначение.
8. Регулирование расходов с помощью изменения производительности насосов. Регулирование частоты вращения питательного насоса с турбоприводом (АСР производительности ТПН).
9. Система автоматического регулирования разрежения в топке котла.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какую цель не преследует внедрение АСУТП на объектах энергетики?  
Ответы:

- а) - Надежность
- б) - Безопасность
- в) - Экономичность
- г) - Экологичность
- д) -Нет правильного ответа

Верный ответ: д) -Нет правильного ответа

2.Какую цель не преследует настройка регулятора АСР

Ответы:

- а) Повышение качества управления
- б) Повышение качества регулирования
- в) Повышение экономичности технологического процесса
- г) Нет правильного ответа

Верный ответ: г) Нет правильного ответа

3.Какого типа сигнализация не предусмотрена в составе АСУТП энергоблока

Ответы:

- а) Предупредительная
- б) Допустимая
- в) Аварийная
- г) Нет правильного ответа

Верный ответ: г) Нет правильного ответа

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

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

Оценка за освоение дисциплины определяется как: совокупность оценки за ответ на вопрос при проведении зачета (зачетная составляющая в терминах системы БАРС) и оценки, полученной в системе БАРС (семестровая составляющая в терминах системы БАРС) в соответствии с таблицей.