

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Промышленная теплоэнергетика**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Эксплуатация теплоэнергетических установок**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рыженков А.В.
	Идентификатор	R97ba085e-RyzhenkovAV-e7929df

(подпись)

А.В.

Рыженков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шелгинский А.Я.
	Идентификатор	Rf4e216f4-ShelginskyAY-88390ed

(подпись)

А.Я.

Шелгинский

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Яворовский Ю.В.
	Идентификатор	R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149

(подпись)

Ю.В.

Яворовский

(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-3 Способен участвовать в эксплуатации промышленных и коммунальных теплоэнергетических систем и комплексов

ИД-3 участвует в организации технического обеспечения и эксплуатации промышленных и коммунальных теплоэнергетических систем и комплексов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 Теплоэнергетические установки и системы (Контрольная работа)
2. КМ-2 Газотурбинные и парогазовые энергетические установки (Контрольная работа)
3. КМ-3 Атомные электрические станции (Контрольная работа)
4. КМ-4 Ветровые и солнечные электростанции (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Теплоэнергетические установки и системы. Тепловые электрические станции. Паротурбинные установки.					
Теплоэнергетические установки и системы.	+				
Тепловые электрические станции.	+				
Котельные установки.	+				
Паротурбинные установки.	+				
Газотурбинные и парогазовые энергетические установки.					
Газотурбинные энергетические установки.		+			
Парогазовые энергетические установки.		+			
Атомные электрические станции.					
Реакторы атомных энергетических установок.			+		

Паротурбинные установки АЭС.			+	
Ветровые и солнечные электростанции.				
Ветровые электростанции.				+
Солнечные электростанции.				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-3	ИД-3ПК-3 участвует в организации технического обеспечения эксплуатации промышленных и коммунальных теплоэнергетических систем и комплексов	Знать: существующие системы производства и распределения электрической и тепловой энергии на тепловых электрических станциях с паротурбинными энергетическими установками существующие системы производства и распределения электрической и тепловой энергии на тепловых электрических станциях с газотурбинными и парогазовыми энергетическими установками существующие системы производства и распределения электрической и тепловой энергии на атомных	КМ-1 Теплоэнергетические установки и системы (Контрольная работа) КМ-2 Газотурбинные и парогазовые энергетические установки (Контрольная работа) КМ-3 Атомные электрические станции (Контрольная работа) КМ-4 Ветровые и солнечные электростанции (Контрольная работа)

		<p>электрических станциях существующие системы производства и распределения электрической и тепловой энергии с использованием ветроэнергетических и солнечных установок</p> <p>Уметь: анализировать работу и определять эффективность газотурбинных и парогазовых энергетических установок анализировать работу и определять эффективность паротурбинных энергетических установок</p>	
--	--	---	--

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

### КМ-1. КМ-1 Теплоэнергетические установки и системы

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит два вопроса. Время выполнения 45 минут.

#### Краткое содержание задания:

1. Нарисовать принципиальную схему станции блочной компоновки.
2. Определить теоретический теплоперепад, реальный теплоперепад и степень сухости процесса в турбоустановке (идеальной), если температура на входе  $(500+10*n)^{\circ}\text{C}$ , где  $n$  – номер по списку группы, давление 23 МПа, давление в конденсаторе 0,03 бар, КПД турбоустановки 0,87.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: существующие системы производства и распределения электрической и тепловой энергии на тепловых электрических станциях с паротурбинными энергетическими установками	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Нарисовать принципиальную схему станции блочной компоновки.</li><li>2. Нарисовать цикл Ренкина, обозначить оборудование, соответствующее процессам в цикле, и типы процессов.</li></ol>
Уметь: анализировать работу и определять эффективность паротурбинных энергетических установок	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Определить теоретический теплоперепад, реальный теплоперепад и степень сухости процесса в турбоустановке (идеальной), если температура на входе <math>(500+10*n)^{\circ}\text{C}</math>, где <math>n</math> – номер по списку группы, давление 23 МПа, давление в конденсаторе 0,03 бар, КПД турбоустановки 0,87.</li><li>2. До выхода в ремонт блока К-300-240 начальная и конечная энтальпия пара были - <math>h_0=4000</math> кДж/кг и <math>h_k=2200</math> кДж/кг. Насколько изменится (уменьшится, увеличится) электрическая мощность турбины, если после ремонта <math>h_k</math> стало равной <math>1900+40*n</math> (где <math>n</math> – номер по списку группы)? Необходимые для расчета величины принять.</li></ol>

#### 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

## КМ-2. КМ-2 Газотурбинные и парогазовые энергетические установки

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит два вопроса. Время выполнения 45 минут.

### Краткое содержание задания:

1. Нарисовать схему простой ПГУ с котлом-утилизатором, обозначить элементы оборудования, входящие в схему.
2. Определить удельные подведенную и отведенную теплоту (на 1 кг пара), работу и термический КПД парогазовой установки с котлом-утилизатором, имеющей параметры: для парового контура:  $p_0=30$  бар,  $t_0=400$  оС,  $p_k=0,04$  бар; для газового контура:  $p_1=1$  бар,  $t_1=20$  оС,  $n=p_2/p_1=7$ ,  $t_3=1000$  оС, температура газов на выходе из котла утилизатора  $t_5=130$  оС.  
Работу насоса в цикле ПТУ не учитывать, а свойства рабочего тела ГТУ принять соответствующими двухатомному идеальному воздуху с  $c_p=1$  кДж/кг. Параметры пара найти по H/S диаграмме. Энтальпию воды в состоянии насыщения принять 120 кДж/кг.

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: существующие системы производства и распределения электрической и тепловой энергии на тепловых электрических станциях с газотурбинными и парогазовыми энергетическими установками	1. Нарисовать схему простой ПГУ с котлом-утилизатором, обозначить элементы оборудования, входящие в схему. 2. Нарисовать цикл Брайтона-Ренкина для простой ПГУ, обозначить оборудование, соответствующее процессам.
Уметь: анализировать работу и определять эффективность газотурбинных и парогазовых энергетических установок	1. Определить удельные подведенную и отведенную теплоту (на 1 кг пара), работу и термический КПД парогазовой установки с котлом-утилизатором, имеющей параметры: для парового контура: $p_0=30$ бар, $t_0=400$ оС, $p_k=0,04$ бар; для газового контура: $p_1=1$ бар, $t_1=20$ оС, $n=p_2/p_1=7$ , $t_3=1000$ оС, температура газов на выходе из котла утилизатора $t_5=130$ оС. Работу насоса в цикле ПТУ не учитывать, а свойства рабочего тела ГТУ принять соответствующими двухатомному идеальному воздуху с $c_p=1$ кДж/кг. Параметры пара найти по H/S диаграмме. Энтальпию воды в состоянии насыщения принять 120 кДж/кг. 2. Определить удельные подведенную и отведенную теплоту (на 1 кг пара), работу и термический КПД парогазовой установки с котлом-утилизатором, имеющей параметры: для парового контура: $p_0=25$ бар, $t_0=350$ оС, $p_k=0,03$ бар;



	<p>для газового контура: <math>p_1=1</math> бар, <math>t_1=25</math> оС, <math>n=p_2/p_1=6</math>, <math>t_3=1000</math> оС, температура газов на выходе из котла утилизатора <math>t_5=110</math> оС.</p> <p>Работу насоса в цикле ПТУ не учитывать, а свойства рабочего тела ГТУ принять соответствующими двухатомному идеальному воздуху с <math>c_p=1</math> кДж/кг. Параметры пара найти по H/S диаграмме. Энтальпию воды в состоянии насыщения принять 120 кДж/кг.</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-3. КМ-3 Атомные электрические станции**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит две задачи. Время выполнения 45 минут.

**Краткое содержание задания:**

1. Нарисовать основные схемы основных типов атомных станций.
2. Описать основные типы действующих реакторов на АЭС, указать основные отличия друг от друга.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: существующие системы производства и распределения электрической и тепловой энергии на атомных электрических станциях</p>	<p>1.1. Нарисовать основные схемы основных типов атомных станций.</p> <p>2.2. Описать основные типы действующих реакторов на АЭС, указать основные отличия друг от друга.</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

#### **КМ-4. КМ-4 Ветровые и солнечные электростанции**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит два вопроса. Время выполнения 45 минут.

**Краткое содержание задания:**

1. Физические основы фотоэлектрической генерации энергии.
2. Использование ветроустановок для получения электрической энергии.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: существующие системы производства и распределения электрической и тепловой энергии с использованием ветроэнергетических и солнечных установок	1.Физические основы фотоэлектрической генерации энергии. 2.Использование ветроустановок для получения электрической энергии.
--	---

**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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1	Утверждено: Зав. кафедрой
	Кафедра ПТС	
	Дисциплина: Эксплуатация теплоэнергетических установок	
	Факультет: ИЭВТ	
	<ol style="list-style-type: none"><li>Нарисовать цикл <u>Ренкина</u>, обозначить оборудование, соответствующее процессам в цикле, и типы процессов.</li><li>Описать основные типы действующих реакторов на АЭС, указать основные отличия друг от друга.</li><li>Определить <math>\Delta H</math> и степень сухости процесса в турбоустановке (идеальной), если температура на входе <math>550^{\circ}\text{C}</math>, давление 20 МПа, давление в конденсаторе 0,02 бар.</li></ol>	

## Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме, по билетам, составленным в соответствии с программой курса и утвержденным заведующим кафедрой. При проведении экзаменов могут быть использованы технические средства. Экзаменатору предоставляется право задавать студентам вопросы сверх билета, в соответствии с учебной программой.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-3 участвует в организации технического обеспечения и эксплуатации промышленных и коммунальных теплоэнергетических систем и комплексов

### Вопросы, задания

- Нарисовать цикл Ренкина, обозначить оборудование, соответствующее процессам в цикле, и типы процессов.
- Описать основные типы действующих реакторов на АЭС, указать основные отличия друг от друга.
- Определить  $\Delta H$  и степень сухости процесса в турбоустановке (идеальной), если температура на входе  $550^{\circ}\text{C}$ , давление 20 МПа, давление в конденсаторе 0,02 бар.

### Материалы для проверки остаточных знаний

- Атомные источники теплоснабжения. Условия и параметры теплоснабжения от атомных котельных.
- Теплофикация (когенерация). Классификация ТЭЦ по назначению и типу основного энергетического оборудования .

## 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 на вопросы углубленного уровня.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.*

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