

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Интеллектуальные производственные технологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Энергетические машины и установки**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Митрохова О.М.
	Идентификатор	R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867

О.М.
Митрохова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Овечников С.А.
	Идентификатор	R8f25bf1e-OvechnikovSA-a943abe

С.А.
Овечников

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гончаров А.Л.
	Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe

А.Л.
Гончаров

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. РПК-3 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере энергетического машиностроения

ИД-1 Демонстрирует понимание конструкции и принципов работы объектов профессиональной деятельности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест "Энергетика и электрогенерирующие станции" (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ. Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа)

2. Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ПТУ. Расчет технико-экономических показателей паротурбинной установки» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Коллоквиум «Комбинированные (парогазовые) установки» (Коллоквиум)

2. Коллоквиум «Конструкция паровых турбин» (Коллоквиум)

3. Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ» (Коллоквиум)

БРС дисциплины

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Тест "Энергетика и электрогенерирующие станции" (Тестирование)

КМ-2 Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ. Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа)

КМ-3 Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ» (Коллоквиум)

КМ-4 Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ПТУ. Расчет технико-экономических показателей паротурбинной установки» (Контрольная работа)

КМ-5 Коллоквиум «Конструкция паровых турбин» (Коллоквиум)

КМ-6 Коллоквиум «Комбинированные (парогазовые) установки» (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-

	КМ:	1	2	3	4	5	6
	Срок КМ:	4	7	8	11	12	14
Введение в курс. Энергетика и электрогенерирующие станции							
Введение в курс. Энергетика и электрогенерирующие станции	+						
Газотурбинные энергетические установки							
Газотурбинные энергетические установки		+	+				
Паросиловые установки							
Паросиловые установки					+	+	
Основные теории комбинированных (парогазовых) установок							
Основные теории комбинированных (парогазовых) установок							+
Вес КМ:		5	25	15	25	15	15

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
РПК-3	ИД-1 _{РПК-3} Демонстрирует понимание конструкции и принципов работы объектов профессиональной деятельности	Знать: влияние основных параметров на технико-экономические показатели паротурбинных установок влияние различных факторов на технико-экономические показатели энергетической газотурбинной установки устройство, схемы и принципы работы паросиловых установок устройство, схемы и принципы работы парогазовых установок устройство, схемы и принципы работы газотурбинных установок типы паровых турбин и конструкцию их основных узлов теоретические основы термодинамических процессов, происходящих	КМ-1 Тест "Энергетика и электрогенерирующие станции" (Тестирование) КМ-2 Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ. Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа) КМ-3 Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ» (Коллоквиум) КМ-4 Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ПТУ. Расчет технико-экономических показателей паротурбинной установки» (Контрольная работа) КМ-5 Коллоквиум «Конструкция паровых турбин» (Коллоквиум) КМ-6 Коллоквиум «Комбинированные (парогазовые) установки» (Коллоквиум)

		в элементах паросиловых установок теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки основные типы энергетических установок и их место в энергетике конструкцию основных элементов газотурбинных установок Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок рассчитывать тепловые процессы в элементах паротурбинных установок рассчитывать тепловые процессы в элементах газотурбинных установок рассчитывать тепловую схему энергетической газотурбинной установки рассчитывать принципиальные тепловые схемы паротурбинных установок определять технико-экономические показатели парогазовых установок определять технико-	
--	--	---	--

		экономические показатели газотурбинных установок объяснять физические принципы работы элементов газотурбинных установок и их конструкцию объяснять физические принципы работы паротурбинных установок и конструкцию основных узлов паровых турбин объяснять физические принципы работы парогазовых установок	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тест "Энергетика и электрогенерирующие станции"

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 5

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время выполнения - не более 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест состоит из 17 вопросов.

Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 100.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки																																																								
Знать: основные типы энергетических установок и их место в энергетике	Последовательность этапов производства энергии: * 5 баллов <table><thead><tr><th></th><th>Этап 1</th><th>Этап 2</th><th>Этап 3</th><th>Этап 4</th><th>Этап 5</th></tr></thead><tbody><tr><td>- передача вторичной энергии потребителям;</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>- получение и концентрация энергетических ресурсов;</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>- преобразование с помощью электростанций первичной энергии во вторичную;</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>- передача энергетических ресурсов к преобразующим установкам;</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>- потребление доставленной энергии в полученном или преобразованном виде;</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></tbody></table> 1. Расшифруйте аббревиатуру ТЭЦ: * 5 баллов Мой ответ 2. Доля энергетических установок в структуре установленной мощности ТЭС ЕЭС России. * 3 балла <table><thead><tr><th></th><th>78%</th><th>16%</th><th>5%</th><th>1%</th></tr></thead><tbody><tr><td>ГТУ</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>ПТУ</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>ПГУ</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></tbody></table> 3.		Этап 1	Этап 2	Этап 3	Этап 4	Этап 5	- передача вторичной энергии потребителям;	☐	☐	☐	☐	☐	- получение и концентрация энергетических ресурсов;	☐	☐	☐	☐	☐	- преобразование с помощью электростанций первичной энергии во вторичную;	☐	☐	☐	☐	☐	- передача энергетических ресурсов к преобразующим установкам;	☐	☐	☐	☐	☐	- потребление доставленной энергии в полученном или преобразованном виде;	☐	☐	☐	☐	☐		78%	16%	5%	1%	ГТУ	☐	☐	☐	☐	ПТУ	☐	☐	☐	☐	ПГУ	☐	☐	☐	☐
		Этап 1	Этап 2	Этап 3	Этап 4	Этап 5																																																			
	- передача вторичной энергии потребителям;	☐	☐	☐	☐	☐																																																			
- получение и концентрация энергетических ресурсов;	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
- преобразование с помощью электростанций первичной энергии во вторичную;	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
- передача энергетических ресурсов к преобразующим установкам;	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
- потребление доставленной энергии в полученном или преобразованном виде;	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
	78%	16%	5%	1%																																																					
ГТУ	☐	☐	☐	☐																																																					
ПТУ	☐	☐	☐	☐																																																					
ПГУ	☐	☐	☐	☐																																																					

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки																				
	Электрические станции, работающее на возобновляемых источниках энергии: * 10 баллов ☐ КЭС ☐ ТЭЦ ☐ ВЭС ☐ СЭС ☐ ГеоТЭС ☐ ГЭС ☐ ТЭС ☐ приливная ЭС 4. Частота электрического тока в энергосистеме России составляет ... Гц. * 5 баллов Мой ответ 5. Расшифруйте аббревиатуру ПГУ: * 5 баллов Мой ответ 6. Доля ЭС в структуре установленной мощности электростанций ЕЭС России. * 4 балла 65-68% 18-22% 10...12% 1...1,5% <table><tr><td>ТЭС</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>ГЭС</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>АЭС</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>ВЭС и СЭС</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table> 7. Паротурбинные установки являются основой: * 8 баллов ☐ КЭС и ТЭЦ ☐ ПГУ-КЭС и ПГУ-ТЭЦ ☐ ГТЭС и ГТУ-ТЭЦ ☐ ВЭС и СЭС ☐ ГЭС 8. Электростанции, работающие на органическом топливе: * 10 баллов ☐ ВЭС ☐ ГеоТЭС ☐ ГЭС ☐ СЭС ☐ ТЭС ☐ КЭС ☐ АЭС ☐ ТЭЦ 9.	ТЭС	☐	☐	☐	☐	ГЭС	☐	☐	☐	☐	АЭС	☐	☐	☐	☐	ВЭС и СЭС	☐	☐	☐	☐
ТЭС	☐	☐	☐	☐																	
ГЭС	☐	☐	☐	☐																	
АЭС	☐	☐	☐	☐																	
ВЭС и СЭС	☐	☐	☐	☐																	

Запланированные результаты обучения по дисциплине	результаты	Вопросы/задания для проверки
		К первичным видам энергии относятся: * 10 баллов ☐ механическая энергия воды ☐ энергия деления ядер атомов ☐ электрическая энергия ☐ энергия солнечного излучения ☐ электрическая энергия и тепло ☐ глубинное тепло Земли ☐ химическая энергия топлива 10. Первичные энергоресурсы, занимающие лидирующие положение по потреблению для производства электроэнергии в стране. * 5 баллов Твердое топливо Газообразное топливо Жидкое топливо Ядерное топливо Гидроэнергия Исландия ○ ○ ○ ○ ○ Китай ○ ○ ○ ○ ○ Россия ○ ○ ○ ○ ○ Германия ○ ○ ○ ○ ○ Франция ○ ○ ○ ○ ○ 11. Электрическая станция, предназначенная для производства: * 6 баллов механической энергии тепловой энергии электрической энергии электроэнергии и тепла химической энергии ядерной энергии АЭС ○ ○ ○ ○ ○ ○ КЭС ○ ○ ○ ○ ○ ○ СЭС ○ ○ ○ ○ ○ ○ ВЭС ○ ○ ○ ○ ○ ○ ГЭС ○ ○ ○ ○ ○ ○ ТЭЦ ○ ○ ○ ○ ○ ○ 12. Электростанция, преобразующая: * 5 баллов АЭС ГЭС КЭС ТЭС ТЭЦ химическую энергию топлива в электрическую энергию ○ ○ ○ ○ ○ механическую энергию воды в электрическую энергию ○ ○ ○ ○ ○ химическую энергию топлива в электрическую энергию или электрическую энергию и тепло ○ ○ ○ ○ ○ энергию деления ядер атомов в электрическую энергию ○ ○ ○ ○ ○ химическую энергию топлива в электрическую энергию и тепло ○ ○ ○ ○ ○ 13.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки																									
	Доля ЭС в структуре производства электроэнергии в ЕЭС России. * 4 балла <table><tr><td></td><td>58-62%</td><td>19-21%</td><td>17...20%</td><td>менее 0,5%</td></tr><tr><td>АЭС</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>ГЭС</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>ВЭС и СЭС</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>ТЭС</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table> 14. Расшифруйте аббревиатуру ЕЭС: * 5 баллов Мой ответ 15. Энергетика - это область народного хозяйства, науки и техники, охватывающая энергетические ресурсы, производство, передачу, преобразование, аккумулирование, распределение и потребление ... * 5 баллов ☐ тепловой энергии ☐ различных видов энергии ☐ первичной энергии ☐ электрической энергии ☐ вторичной энергии ☐ электрической энергии и тепла 16. ЕЭС состоит из 71 региональных энергосистем, которые, в свою очередь, образуют ... ОЭС. 5 баллов ☐ 5 ☐ 7 ☐ 9 ☐ 12 ☐ 14 17.		58-62%	19-21%	17...20%	менее 0,5%	АЭС	☐	☐	☐	☐	ГЭС	☐	☐	☐	☐	ВЭС и СЭС	☐	☐	☐	☐	ТЭС	☐	☐	☐	☐
	58-62%	19-21%	17...20%	менее 0,5%																						
АЭС	☐	☐	☐	☐																						
ГЭС	☐	☐	☐	☐																						
ВЭС и СЭС	☐	☐	☐	☐																						
ТЭС	☐	☐	☐	☐																						

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 90% от максимального количества баллов.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 75% от максимального количества баллов.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 60% от максимального количества баллов.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано менее 60% от максимального количества баллов.

КМ-2. Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ. Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки»

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 - не более 60 минут.

Краткое содержание задания:

Задача 1

Как изменятся удельная работа сжатия, внутренняя мощность компрессора простой энергетической ГТУ и температура воздуха за ним, а также расход топлива ($Q_{nr} = 40$ МДж/кг), подаваемого в КС, при повышении температуры окружающего воздуха с 10 до 25°C и сохранении неизменными степени расширения в ГТ $\delta=22$ и температуры газа перед турбиной $t_c=1250^\circ\text{C}$. Расход продуктов сгорания через проточную часть турбины составляет 194,2 кг/с.

Изобразить на одной T,s -диаграмме тепловые циклы ГТУ (до и после изменения температуры воздуха) согласно исходным данным.

КПД агрегатов ГТУ задаться самостоятельно и считать неизменными. Считать теплоемкости воздуха и продуктов сгорания не зависящими от температуры.

Коэффициентами m_v и m_g , теплоемкостями c_{pv} и c_{pg} задаться самостоятельно.

Сопротивлением газо-воздушного тракта ГТУ пренебречь.

Задача 2

Определить степень расширения газовой турбины, удельную полезную работу и абсолютный внутренний КПД простой энергетической ГТУ, спроектированной из условия обеспечения ее максимальной экономичности.

Для расчета заданы следующие величины:

$\tau_a=0$;

$\tau=5,5$;

$\lambda=0,94$.

Изобразить зависимости удельной полезной работы и абсолютного внутреннего КПД ГТУ от степени сжатия.

КПД агрегатов ГТУ принять самостоятельно. Считать $m_v=m_g=m$, $c_{pv}=c_{pg}=c_p$.

Недостающими величинами задаться самостоятельно.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: влияние различных факторов на технико-экономические показатели энергетической газотурбинной установки	1. Как изменятся удельная работа сжатия, внутренняя мощность компрессора простой энергетической ГТУ и температура воздуха за ним, а также расход топлива, подаваемого в КС, при повышении температуры окружающего воздуха с и сохранении неизменными степени расширения и температуры газа перед турбиной.
Знать: теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки	1. Изобразить на одной T,s -диаграмме тепловые циклы ГТУ (до и после изменения температуры воздуха) согласно исходным данным.
Уметь: определять технико-	1. Определить степень расширения газовой турбины,

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
экономические показатели газотурбинных установок	удельную полезную работу и абсолютный внутренний КПД простой энергетической ГТУ, спроектированной из условия обеспечения ее максимальной экономичности. 2. Построить зависимости удельной полезной работы и абсолютного внутреннего КПД ГТУ от степени сжатия.
Уметь: рассчитывать тепловую схему энергетической газотурбинной установки	1. Построить зависимости удельной полезной работы и коэффициента полезной работы от степени повышения давления в компрессоре.
Уметь: рассчитывать тепловые процессы в элементах газотурбинных установок	1. Рассчитать удельную работу сжатия, внутреннюю мощность компрессора простой энергетической ГТУ и температуру воздуха за ним.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если обе задачи решены полностью и верно, без недочетов и правильно изображены требуемые зависимости; у всех величин указана размерность.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задачи решены в целом верно и правильно изображены требуемые зависимости: либо не доделано не более 10% какой-либо задачи; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях одной из задач, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если в целом верно изображены требуемые зависимости или отсутствуют требуемые зависимости в какой-либо из задач и либо правильно решено не менее 80% каждой задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки в одной из задач, либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях каждой из задач, искажающие результат не более чем на 10%.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если не правильно изображены или отсутствуют требуемые зависимости и правильно решено менее 80% каждой из задач, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или записаны уравнения, не имеющие отношения к физическим явлениям и процессам, которые рассмотрены в каждой из задач.

КМ-3. Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ»

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

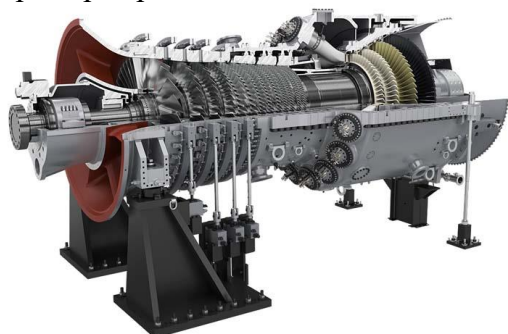
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время на подготовку - не более 30 мин. Время опроса - не более 15 мин.

Краткое содержание задания:

На коллоквиуме обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по заданной конструкции ГТУ.

Пример варианта ГТУ:



Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: конструкцию основных элементов газотурбинных установок	1. Из каких основных конструктивных узлов состоит ГТУ? 2. Из каких элементов состоит простейший одноступенчатый компрессор?
Знать: устройство, схемы и принципы работы газотурбинных установок	1. Укажите основные элементы осевого компрессора ГТУ. 2. Какие элементы проточной части охлаждаются в газовой турбине? 3. Как изменяется температура рабочего тела по проточной части ГТУ. 4. Какие узлы определяют положение ротора в корпусе ГТУ?
Уметь: объяснять физические принципы работы элементов газотурбинных установок и их конструкцию	1. Как охлаждается корпус газовой турбины? 2. Что произойдет при обледенении фильтров и входного направляющего аппарата осевого компрессора? 3. Какой процесс в тракте ГТУ называют помпажом? Почему недопустима работа компрессора в области помпажа?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов.

КМ-4. Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ПТУ. Расчет технико-экономических показателей паротурбинной установки»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения - не менее 90 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А. А. Александров, Б. А. Григорьев. – М. : Изд-во МЭИ, 1999. – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1 и h,s - диаграмма для водяного пара (по справочнику "Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара").

Краткое содержание задания:

Определить термический КПД паротурбинного цикла при следующих параметрах пара:

$p_0 = 12,75$ МПа;

$p_{nn} = 2,45$ МПа;

$t_0 = t_{nn} = 565^\circ\text{C}$;

$p_k = 5$ кПа.

Определить электрическую мощность и электрический КПД данной турбоустановки, если известно: расход пара $G = 165$ кг/с, относительные внутренние КПД цилиндров $\eta_{ЦВДoi} = \eta_{ЦНДоi} = 0,85$, механический КПД турбоагрегата $\eta_m = 0,96$, КПД электрогенератора $\eta_{э.г} = 0,995$.

Изобразить принципиальную схему и действительный тепловой цикл данной ПТУ в T,s -диаграмме, построить процесс расширения пара в турбине в h,s -диаграмме.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: влияние основных параметров на технико-экономические показатели паротурбинных установок	1. Как изменится конечная влажность при повышении давления в конденсатора? Отразить это изменение на процессе расширения пара в турбине в h,s -диаграмме.
Знать: устройство, схемы и принципы работы паросиловых установок	1. Изобразить принципиальную схему и действительный тепловой цикл данной ПТУ в T,s -диаграмме.
Уметь: рассчитывать принципиальные тепловые схемы паротурбинных установок	1. Определить термический КПД паротурбинного цикла
Уметь: рассчитывать тепловые процессы в элементах паротурбинных установок	1. Определить параметры, необходимые для построения процесса расширения пара в турбине в h,s -диаграмме.
Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок	1. Определить электрическую мощность и электрический КПД турбоустановки

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена в целом верно, но присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 5%; не у всех величин указана размерность.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если либо не доделан последний пункт задания; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если либо не выполнен последний пункт задания, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или записаны уравнения, не имеющие отношения к физическим явлениям и процессам, которые рассмотрены в данной задаче, либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат более чем на 10%.

КМ-5. Коллоквиум «Конструкция паровых турбин»

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

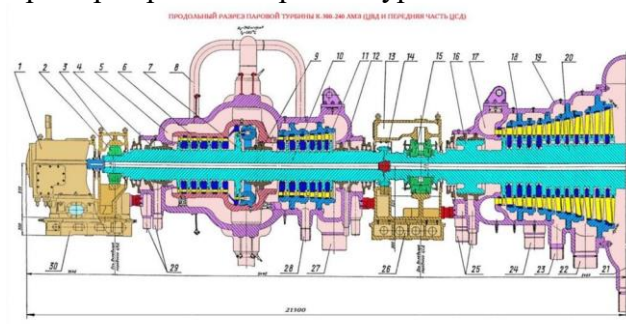
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время на подготовку - не более 30 мин. Время опроса - не более 15 мин.

Краткое содержание задания:

На коллоквиуме обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по заданной конструкции паровой турбины.

Пример варианта паровой турбины:



Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: теоретические основы термодинамических процессов, происходящих в элементах паросиловых установок	1. Как изменяется температура и давление рабочего тела по проточной части паровой турбины?
Знать: типы паровых турбин и конструкцию их основных узлов	1. Из каких основных конструктивных узлов состоит паровая турбина? 2. Какой тип парораспределения в данной турбине? 3. Какой тип турбины представлен на картинке?
Уметь: объяснять физические принципы работы паротурбинных установок и	1. Какие функции выполняет муфта? 2. Какие подшипники используются в

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
конструкцию основных узлов паровых турбин	данной конструкции и какое у них назначение? 3.Какие типы уплотнений применяются в паровой турбине и какое их назначение?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов.

КМ-6. Коллоквиум «Комбинированные (парогазовые) установки»

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

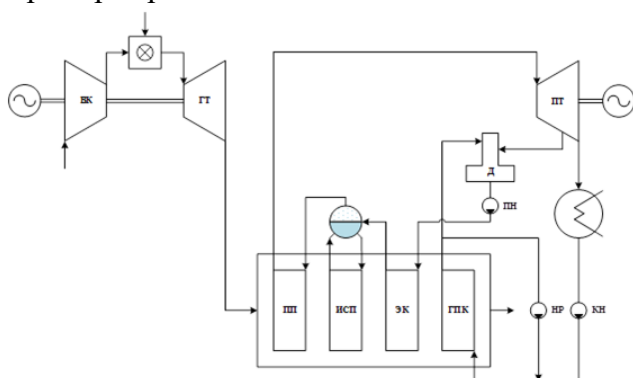
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время на подготовку - не более 30 мин. Время опроса - не более 15 мин.

Краткое содержание задания:

На коллоквиуме обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по заданной тепловой схеме одноконтурной утилизационной ПГУ.

Пример варианта тепловой схемы:



Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: устройство, схемы и принципы работы парогазовых установок	1.Изобразить Q,t -диаграмму для котла-утилизатора.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	2.Для чего используется рециркуляция? 3.Из какие основных элементов состоит парогазовая установка?
Уметь: объяснять физические принципы работы парогазовых установок	1.Как температура уходящих газов ГТУ влияет на начальное давление пара?
Уметь: определять технико-экономические показатели парогазовых установок	1.Каким образом рассчитывается мощность ПГУ? 2.Какие основные показатели влияют на экономичность ПГУ?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № XX	Утверждаю
	Кафедра Паровых и газовых турбин	Зав.кафедрой ПГТ
		Дисциплина «Энергетические машины и установки»
	Институт ЭнМИ	20XX г.
1. Типы тепловых электростанций. 2. Удельные работы расширения и сжатия реальной ГТУ и их расчет. 3. Задача Определить удельную полезную работу ГТУ и коэффициент полезной работы, спроектированной из условия обеспечения максимальной экономичности ГТУ. Для расчета заданы следующие величины: $t_a = -10^\circ\text{C}$; $T_c = 1473\text{ K}$; $\lambda = 0,96$. Недостающими величинами задаться самостоятельно. Считать теплоемкости воздуха и газов не зависящими от температуры.		

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическую задачу.

Время на подготовку - не более 60 мин.

Время опроса - не более 30 мин.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{РПК-3} Демонстрирует понимание конструкции и принципов работы объектов профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1.Примеры теоретических вопросов:

1. Классификация энергетических машин, область применения, характерные особенности.
2. Топливо-энергетические ресурсы и их использование.
3. Твердое, жидкое и газообразное топливо. Подготовка топлива к сжиганию.
4. Типы тепловых электростанций. Типы различных установок.
5. Цикл простой ГТУ и ее основные характеристики. Термодинамические процессы в элементах ГТУ.
6. Устройство, схема и принцип действия простых газотурбинных установок. Преимущества, недостатки и области применения ГТУ.
7. Удельная работа расширения и сжатия идеальной ГТУ. Коэффициент полезной работы

- ГТУ. Удельная полезная работа ГТУ.
8. Влияние температуры газа и воздуха на экономичность ГТУ.
 9. Влияние степени сжатия на КПД и удельную полезную работу ГТУ.
 10. Влияние гидравлических сопротивлений газо-воздушного тракта ГТУ.
 11. Показатели экономичности ГТУ.
 12. Оптимальная степень сжатия по полезной работе и КПД ГТУ.
 13. Высокотемпературные энергетические ГТУ.
 14. Основные узлы и устройство ГТУ.
 15. Понятие о паросиловой, паропроизводящей и паротурбинной установках.
- Преимущества и недостатки ПТУ.
16. Термодинамический цикл паросиловой установки. Устройство, схема и принцип работы ПСУ.
 17. Тепловые циклы паротурбинных установок. Термодинамические процессы в элементах ПТУ.
 18. Показатели тепловой экономичности паровых турбин и турбоустановок.
 19. Влияние начальных значений давления и температуры на термический и абсолютный внутренний КПД цикла ПТУ.
 20. Влияние конечного давления на термический и абсолютный внутренний КПД цикла ПТУ.
 21. Роль и назначение промежуточного перегрева пара в ПТУ. Его влияние на КПД ПТУ.
 22. Выбор начальных и конечных параметров пара и промежуточного перегрева пара на ТЭС.
 23. Раздельная и комбинированная выработка электроэнергии и тепла.
 24. Термодинамическое преимущество комбинированной выработки. Коэффициент использования топлива.
 25. Устройство водоподогревательной установки ТЭЦ.
 26. Регенеративный подогрев питательной воды.
 27. Паротурбинные установки: конденсационные, теплофикационные и с противодавлением.
 28. Основные узлы и устройство паровых турбин
 29. Понятие о парогазовых энергетических технологиях и устройство простейшей ПГУ утилизационного типа. Преимущества и недостатки ПГУ.
 30. Сравнительный анализ энергетических установок различного типа. Достигнутый уровень экономичности энергетических установок и перспективы их развития.
2. Примеры практических задач:

Задача 1

В камеру сгорания поступает $G_k=239,6$ кг/с воздуха после компрессора с давлением 1,66 МПа. Температура газов на выходе из камеры сгорания $t_c=1075$ °С. Потери давления в фильтре компрессора $\Delta p_{\phi}=1,5$ кПа. Параметры наружного воздуха – температура $t_a=15$ °С и давление $B=755$ мм рт.ст. Топливо – стандартное с калорийностью $Q_{pH}=44,3$ МДж/кг, $L_o=15$ кг/кг, $h_m=10$ кДж/кг. КПД камеры сгорания $\eta_{kc}=0,995$. Принять $c_{pв}=1,03$ кДж/(кг·К), $c_{pг}=1113$ Дж/(кг·К).

Задача 2

Определить относительный и абсолютный расход топлива, расход газов и коэффициент избытка воздуха.

Определить удельную полезную работу ГТУ и коэффициент полезной работы, спроектированной из условия обеспечения максимальной экономичности ГТУ.

Для расчета заданы следующие величины:

$t_a = -10$ °С;

$T_c=1473\text{ K}$;

$\lambda=0,96$.

Недостающими величинами задаться самостоятельно. Считать теплоемкости воздуха и газов не зависящими от температуры.

Задача 3

Для турбоустановки К-200-130 ЛМЗ (без промежуточного перегрева) определить прирост термического КПД по сравнению К-100-90 ЛМЗ при следующих параметрах пара:

$t_0=540^\circ\text{C}$;

$p_k=3,9\text{ кПа}$.

Определить конечную степень влажности пара и электрический КПД данной турбоустановки, если известны расход пара $G=165,0\text{ кг/с}$ и относительный внутренний КПД турбины $\eta_{oi}=0,88$.

Задача 4

Определить термический КПД паротурбинного цикла при следующих параметрах пара:

$p_0=3,5\text{ МПа}$;

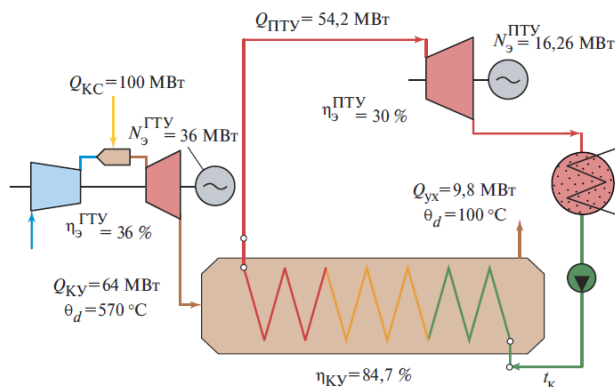
сухой насыщенный пар;

$p_k=0,04\text{ бар}$.

Определить электрическую мощность, удельные расходы пара и теплоты данной ПТУ, если известно: расход пара $G = 300\text{ кг/с}$, относительный внутренний КПД турбины $\eta_{oi} = 0,86$, механический КПД турбоагрегата $\eta_m=0,986$, КПД электрогенератора $\eta_{э.г}=0,98$.

Задача 5

Оценить эффективность ПГУ-У и ее электрическую мощность, используя схему превращения тепловой энергии в электрическую в ней.



Материалы для проверки остаточных знаний

1.Задания формируются случайным образом из базы заданий. В тестирование включены теоретические вопросы, предполагающие либо выбор одного верного ответа из предложенных, либо нескольких верных ответов из предложенных вариантов, и задания свободного изложения и(или) небольшие вычислительные задачи на основе КМ

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено практическое задание и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных процессов и явлений или решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для оценки 3 («удовлетворительно»).

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.