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: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Оценочные материалы
по дисциплине
Энергетические машины и установки

Москва
2025

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: 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 в элементах паросиловых установок теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки основные типы энергетических установок и их место в энергетике	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)

		конструкцию основных элементов газотурбинных установок влияние различных факторов на технико-экономические показатели энергетической газотурбинной установки влияние основных параметров на технико-экономические показатели паротурбинных 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	1. Последовательность этапов производства энергии: * 5 баллов 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; 2. Расшифруйте аббревиатуру ТЭЦ: * 5 баллов Мой ответ 3. Доля энергетических установок в структуре установленной мощности ТЭС ЕЭС России. * 3 балла 78% / 16% / 5% / 1% ГТУ ПТУ ПГУ

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	4. Электрические станции, работающее на возобновляемых источниках энергии: * 10 баллов ☐ КЭС ☐ ТЭЦ ☐ ВЭС ☐ СЭС ☐ ГеоТЭС ☐ ГЭС ☐ ТЭС ☐ приливная ЭС 5. Частота электрического тока в энергосистеме России составляет ... Гц. * 5 баллов Мой ответ 6. Расшифруйте аббревиатуру ПГУ: * 5 баллов Мой ответ 7. Доля ЭС в структуре установленной мощности электростанций ЕЭС России. * 4 балла

	65-68%	18-22%	10...12%	1...1,5%
ТЭС	○	○	○	○
ГЭС	○	○	○	○
АЭС	○	○	○	○
ВЭС и СЭС	○	○	○	○

8. Паротурбинные установки являются основой: * 8 баллов ☐ КЭС и ТЭЦ ☐ ПГУ-КЭС и ПГУ-ТЭЦ ☐ ГТЭС и ГТУ-ТЭЦ ☐ ВЭС и СЭС ☐ ГЭС 9. Электростанции, работающие на органическом топливе: * 10 баллов ☐ ВЭС ☐ ГеоТЭС ☐ ГЭС ☐ СЭС ☐ ТЭС ☐ КЭС ☐ АЭС ☐ ТЭЦ

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	10. 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 11. Первичные энергоресурсы, занимающие лидирующие положение по потреблению для производства электроэнергии в стране. * 5 баллов

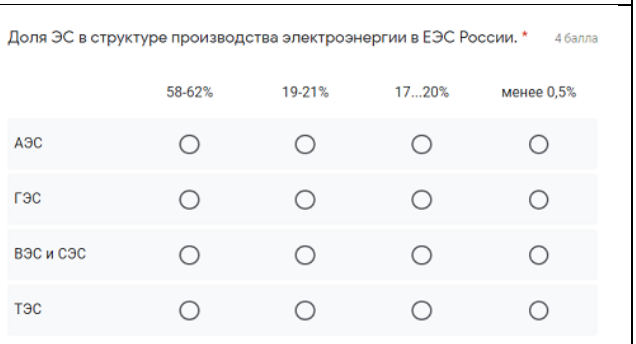
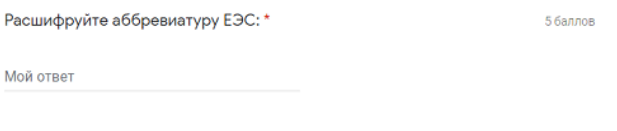
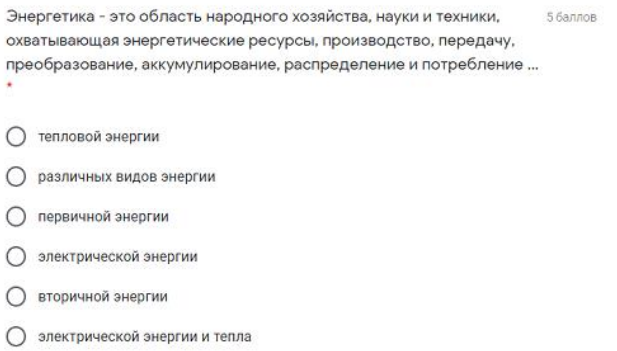
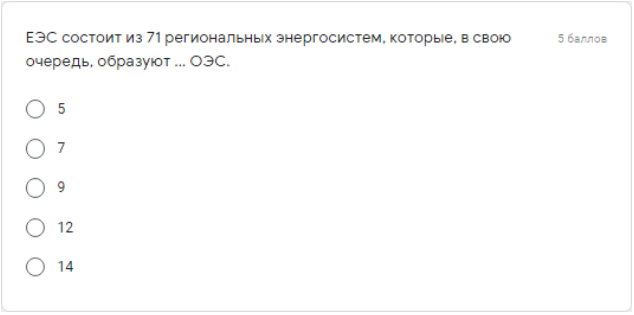
	Твердое топливо	Газообразное топливо	Жидкое топливо	Ядерное топливо	Гидроэнергия
Исландия	○	○	○	○	○
Китай	○	○	○	○	○
Россия	○	○	○	○	○
Германия	○	○	○	○	○
Франция	○	○	○	○	○

12. Электрическая станция, предназначенная для производства: * 6 баллов

	механической энергии	тепловой энергии	электрической энергии	электроэнергии и тепла	химической энергии	ядер энер
АЭС	○	○	○	○	○	○
КЭС	○	○	○	○	○	○
СЭС	○	○	○	○	○	○
ВЭС	○	○	○	○	○	○
ГЭС	○	○	○	○	○	○
ТЭЦ	○	○	○	○	○	○

13. 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	○	○	○	○	○

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	14.  15.  16.  17. 

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 ($Q_{нр}$ = 40 МДж/кг), подаваемого в КС, при повышении температуры окружающего воздуха с 10 до 25°С и сохранении неизменными степени расширения в ГТ δ=22 и температуры газа перед турбиной t_c=1250°С. 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 $m_в$ и $m_г$, теплоемкостями $c_{рв}$ и $c_{рг}$ 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:
t_a=0;
τ=5,5;
λ=0,94.
Изобразить зависимости удельной полезной работы и абсолютного внутреннего КПД ГТУ от степени сжатия.
КПД агрегатов ГТУ принять самостоятельно. Считать $m_в=m_г=m$, $c_{рв}=c_{рг}=c_р$. 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 работа 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 отсутствует 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%.

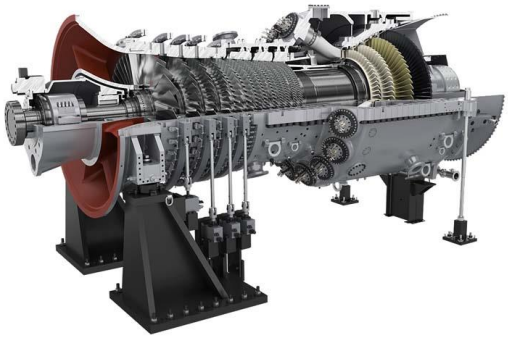
Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если не правильно изображены или отсутствуют требуемые зависимости и правильно решено менее 80% каждой из задач, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или записаны уравнения, не имеющие отношения 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:
$p0$=12,75 МПа;
pnn=2,45 МПа;
$t0=tnn$=565°С;
$pк$=5 кПа.
Определить электрическую мощность и электрический КПД данной турбоустановки, если известно: расход пара G=165 кг/с, относительные внутренние КПД цилиндров $ηЦВДoi=ηЦНДoi$=0,85, механический КПД турбоагрегата $ηм$=0,96, КПД электрогенератора $ηэ.г$=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.

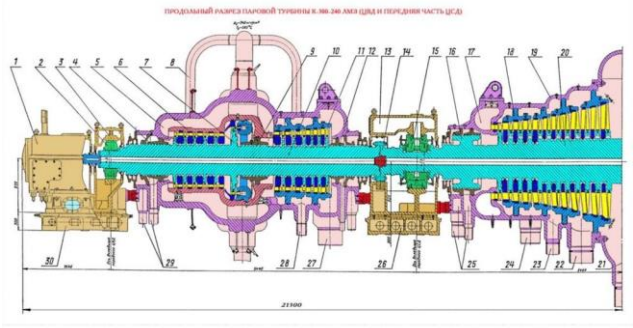
Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если либо не доделан последний пункт задания; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более 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.

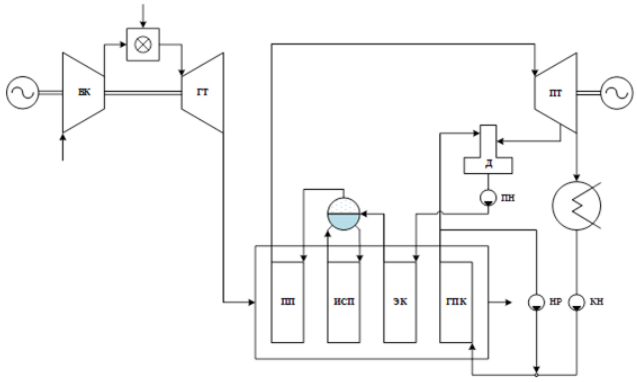
Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

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, tсли 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

<table>
<tr><td rowspan="4">МЭИ</td><td>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № XX</td><td>Утверждаю</td></tr>
<tr><td>Кафедра Паровых и газовых турбин</td><td>Зав.кафедрой ПГТ</td></tr>
<tr><td></td><td>Дисциплина «Энергетические машины и установки»</td></tr>
<tr><td>Институт ЭнМИ</td><td>20XX г.</td></tr>
<tr><td colspan="3">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:
ta =-10°C;
Tc=1473 K;
λ=0,96.
Недостающими величинами задаться самостоятельно. Считать теплоемкости воздуха и газов не зависящими от температуры.</td></tr>
</table>

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. Топливно-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 $G_к$=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 $\Delta p_ф$=1,5 кПа. Параметры наружного воздуха – температура t_a=15°С и давление B=755 мм рт.ст.
Топливо – стандартное с калорийностью $Q_{рн}$=44,3 МДж/кг, L_o=15 кг/кг, h_m=10 кДж/кг.
КПД камеры сгорания $\eta_{кс}$=0,995.
Принять $c_{рв}$=1,03 кДж/(кг·К), $c_{рг}$=1113 Дж/(кг·К).

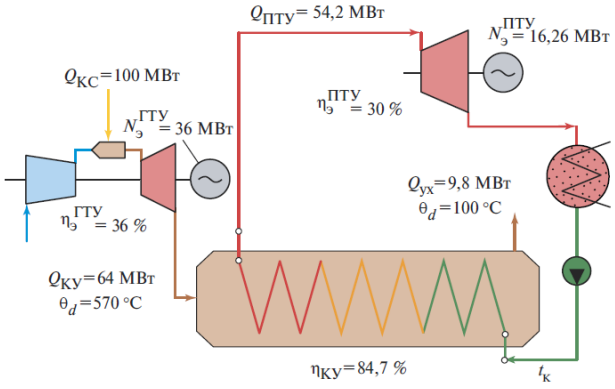
Задача 2
Определить относительный и абсолютный расход топлива, расход газов и коэффициент избытка воздуха.
Определить удельную полезную работу ГТУ и коэффициент полезной работы, спроектированной из условия обеспечения максимальной экономичности ГТУ.
Для расчета заданы следующие величины:
t_a = -10°С;

Tc=1473 К;
λ=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:
t0=540°С;
рк=3,9 кПа.
Определить конечную степень влажности пара и электрический КПД данной турбоустановки, если известны расход пара *G*=165,0 кг/с и относительный внутренний КПД турбины *ηoi*=0,88.

Задача 4
Определить термический КПД паротурбинного цикла при следующих параметрах пара:
p0=3,5 МПа;
сухой насыщенный пар;
рк=0,04 бар.
Определить электрическую мощность, удельные расходы пара и теплоты данной ПТУ, если известно: расход пара G = 300 кг/с, относительный внутренний КПД турбины oi = 0,86, механический КПД турбоагрегата *ηм*=0,986, КПД электрогенератора *ηэ.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.