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: Технологии теплоэнергетики (тепловые электрические станции; теплоснабжение и теплотехническое оборудование; технология воды и топлива; автоматизированные теплоэнергетические системы)

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Оценочные материалы
по дисциплине
Газотурбинные и парогазовые технологии на ТЭС

Москва
2025

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Дудолин А.А. Идентификатор: Rb94958b9-DudolinAA-83802984	А.А. Дудолин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Бураков И.А. Идентификатор: R6e8dfb19-BurakovIA-87400e32	И.А. Бураков
Заведующий выпускающей кафедрой	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Щербатов И.А. Идентификатор: R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17	И.А. Щербатов

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 проектировании, расчетах и эксплуатации промышленных теплоэнергетических систем, систем водоподготовки, топливного хозяйства и оборудования энергетических объектов, а также в ведении их режимов работы

ИД-3 выполняет работы по автоматизированной поддержке эксплуатации теплоэнергетических систем

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии» (Тестирование)
2. Тест «Особенности паросиловых установок АЭС» (Тестирование)
3. Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок» (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ» (Коллоквиум)
2. Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины» (Коллоквиум)

БРС дисциплины

9 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок» (Тестирование)

КМ-2 Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред» (Контрольная работа)

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

КМ-4 Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»

(Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	6	9	12
Введение в курс					
Введение в курс		+			
Структуры электроэнергии в России		+			
ГТУ простой тепловой схемы					
ГТУ простой тепловой схемы		+	+		
Устройство и принцип действия простых газотурбинных установок			+		
Основные технико-экономические показатели ГТУ					
Основные технико-экономические показатели ГТУ				+	
Основные этапы проектирования ГТУ				+	
Высокотемпературные энергетические ГТУ. Основные узлы и устройство ГТУ					
Высокотемпературные энергетические ГТУ. Основные узлы и устройство ГТУ					+
Основные узлы и устройство ГТУ					+
Вес КМ:		25	25	25	25

10 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Тест «Особенности паросиловых установок АЭС» (Тестирование)
КМ-2 Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии» (Тестирование)
КМ-3 Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа)
КМ-4 Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины» (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	6	9	12
Пути повышения экономических показателей ГТУ					

Пути повышения экономических показателей ГТУ	+			
Выбор рациональной величины степени регенерации	+			
Тепловые схемы и циклы паросиловых установок				
Тепловые схемы и циклы паросиловых установок		+		
Основные экономические показатели		+		
Комбинированная выработка электроэнергии и тепла				
Комбинированная выработка электроэнергии и тепла			+	
Показатели качества работы ТЭЦ			+	
Особенности паросиловых установок АЭС				
Особенности паросиловых установок АЭС				+
Основные узлы и устройство паровых турбин. Основные типы паровых турбин				+
Вес КМ:	25	25	25	25

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-З$_{ПК-1}$ выполняет работы по автоматизированной поддержке эксплуатации теплоэнергетических систем	Знать: теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки устройство, схемы и принципы работы газотурбинных установок конструкцию основных элементов газотурбинных установок основные типы энергетических установок и их место в энергетике основные способы повышения экономических показателей паротурбинных установок методики конструкторского расчета принципиальной тепловой схемы и основные принципы выбора технических параметров оборудования	КМ-2 Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред» (Контрольная работа) КМ-4 Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа) КМ-6 Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ» (Коллоквиум) КМ-7 Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа) КМ-8 Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок» (Тестирование) КМ-10 Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии» (Тестирование) КМ-11 Тест «Особенности паросиловых установок АЭС» (Тестирование) КМ-13 Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины» (Коллоквиум)

		паротурбинных установок Уметь: осуществлять выбор степени сжатия компрессора энергетической ГТУ простой тепловой схемы в зависимости от ее назначения (пикового, полупикового или базового) объяснять физические принципы работы паротурбинных установок и конструкцию основных узлов паровых турбин	

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

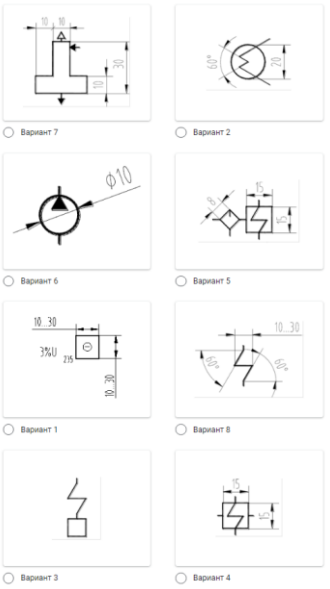
9 семестр

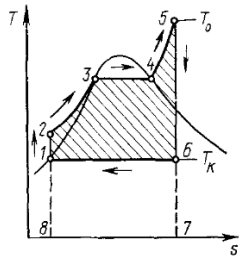
КМ-1. Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок»

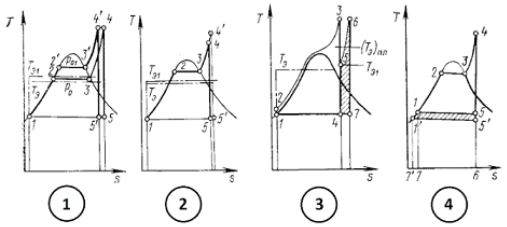
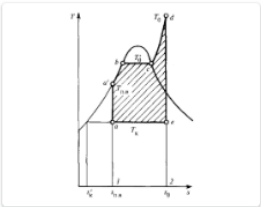
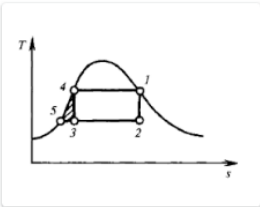
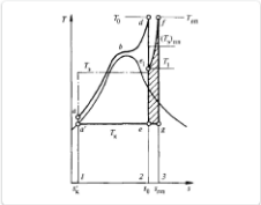
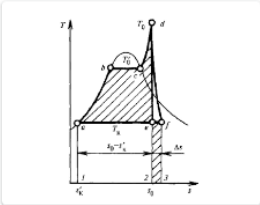
Формы реализации: Компьютерное задание
Тип контрольного мероприятия: Тестирование
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
Процедура проведения контрольного мероприятия: Время выполнения - не более 20 минут. При выполнении тестового задания могут использоваться справочные данные справочные данные теплофизических 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.

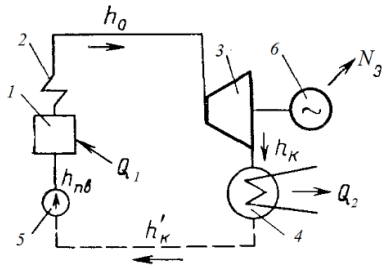
Краткое содержание задания:
Тест состоит из 18 вопросов.
Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 100.

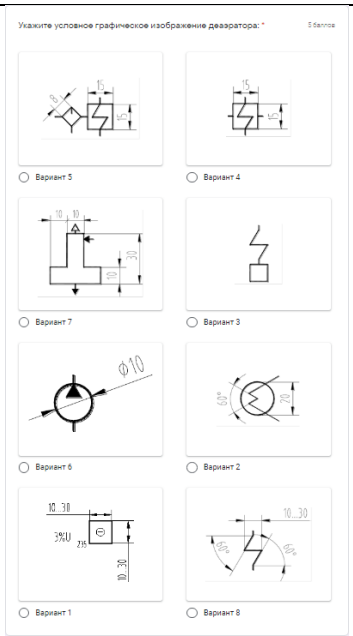
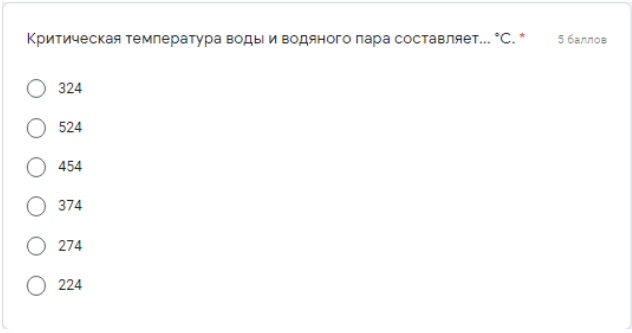
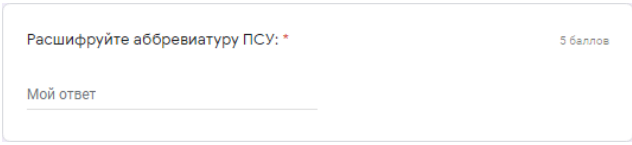
Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: конструкцию основных элементов газотурбинных установок	1. ПТУ - это установка предназначенная для преобразования: * 5 баллов ○ химической энергии топлива в тепло ○ энергии пара в механическую ○ энергии пара в электрическую ○ химической энергии топлива в электрическую ○ механической энергии в электрическую ○ ядерной энергии в механическую 2. Укажите условное графическое изображение ядерного реактора * 5 баллов 

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	3. В основе работы ПТУ лежит термодинамический цикл: * 5 баллов ○ Брайтона ○ Карно ○ Ренкина ○ Дизеля ○ Отто ○ Лоренца 4. Расшифруйте аббревиатуру ППУ: * 5 баллов Мой ответ 5. Паротурбинный агрегат - это совокупность: * 5 баллов ○ паровой турбины и вспомогательного оборудования ○ паропроизводящей установки и электрического генератора ○ паровой турбины и машины, приводимой ею в действие ○ паропроизводящей установки и паровой турбины ○ паросиловой установки и электрического генератора ○ вращающихся и неподвижных элементов, объединенных корпусом 6. На T,s-диаграмме идеального цикла теплосиловой установки процесс ... – это ... * 6 баллов  1-2 / 2-3 / 3-4 / 4-5 / 5-6 / 6-1 перегрева пара в пароперегревателе адиабатического сжатия воды в питательном насосе кипения воды в котле нагрева воды в котле до температуры кипения изоэнтропийного расширение пара в турбине конденсации отработавшего пара в конденсаторе

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	7. Укажите T,s-диаграмму цикла(ов) ПТУ с: * 8 баллов  1 2 3 4 разными давлениями в конденсаторе ○ ○ ○ ○ разными начальными температурами ○ ○ ○ ○ с промежуточным перегревом пара ○ ○ ○ ○ разными начальными давлениями ○ ○ ○ ○ 8. Расшифруйте аббревиатуру ПН: * 5 баллов Мой ответ 9. Расшифруйте аббревиатуру ПЕ: * 5 баллов Мой ответ 10. Укажите T,s-диаграмму цикла ПТУ на сверхкритические начальные параметры пара * 5 баллов  ○ Вариант 1  ○ Вариант 2  ○ Вариант 3  ○ Вариант 4

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	11. Критическое давление воды и водяного пара составляет... МПа. * 5 баллов ○ 12 ○ 18 ○ 22 ○ 8 ○ 28 ○ 32 12. ТЭС – это электростанция, преобразующая в электрическую энергию или в электрическую энергию и тепло: * 5 баллов ○ энергию солнечного излучения ○ механическую энергию воды ○ энергию деления ядер атомов ○ глубинное тепло Земли ○ энергию синтеза ядер атомов ○ химическую энергию топлива 13. КЭС – это паротурбинная станция, предназначенная для выработки: * 5 баллов ○ электроэнергии и тепла ○ кинетической энергии ○ механической энергии ○ электрической энергии ○ ядерной энергии ○ тепловой энергии 14. Укажите наименования элементов тепловой схемы ПСУ, представленной на рисунке. * 6 баллов  1 2 3 4 5 6 ЭГ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ПН ○ ○ ○ ○ ○ ○ ПТ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ПК ○ ○ ○ ○ ○ ○ ПЕ ○ ○ ○ ○ ○ ○ К ○ ○ ○ ○ ○ ○

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	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.

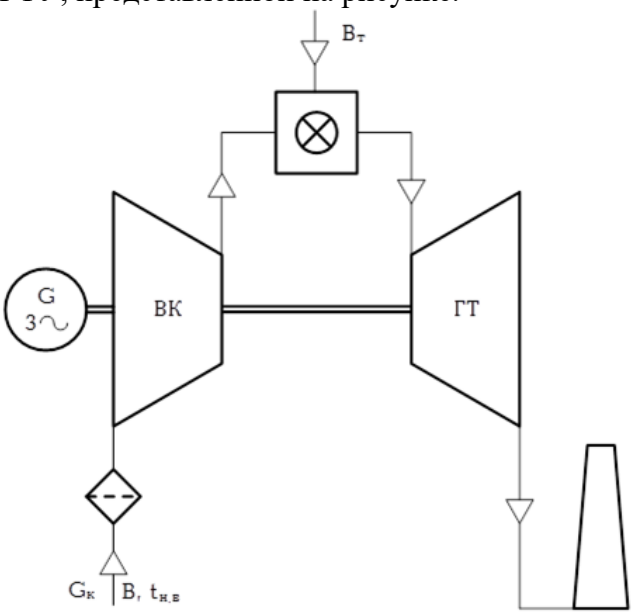
Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано менее 60% от максимального количества баллов.

КМ-2. Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред»

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 более 45 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные теплофизических свойств стандартного сухого воздуха и чистых продуктов сгорания стандартного углеводородного топлива на основе учебника Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций. / А.Г. Костюк, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний. М.: Издательский дом МЭИ, 2018.

Краткое содержание задания:

Рассчитать процесс расширения продуктов сгорания в проточной части газовой турбины ГТУ, представленной на рисунке.



Определить теплофизические свойства (*срг*, *тг*, *Rрг*) продуктов сгорания стандартного углеводородного топлива при их расширении в проточной части газовой турбины, если температура газов *tс* = 1150°С, степень повышения давления компрессора ε = 16, коэффициент λ=0,95.

Чему равна температура газов за ГТ и ее внутренняя мощность, если расход продуктов сгорания на выходе из КС составляет *Gг* = 138 кг/с?

Принять коэффициент избытка воздуха *α* = 3,83. Недостающими величинами задаться самостоятельно.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методики конструкторского расчета принципиальной тепловой схемы и основные принципы выбора технических параметров оборудования паротурбинных установок	1.Изобразить процесс расширения продуктов сгорания в *h,s*-диаграмме в проточной части газовой турбины ГТУ.

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: либо не доделано не более 10% задачи, либо не более одного параметра определено по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 5%; не у всех величин указана размерность.

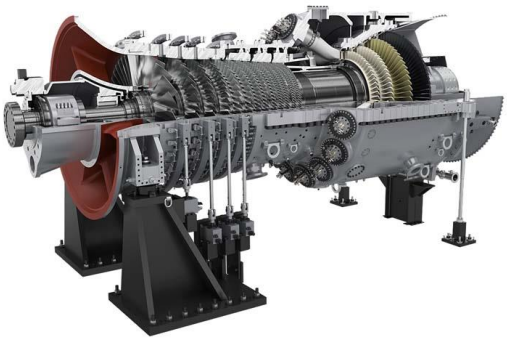
Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если либо правильно решено не менее 80% задачи, либо не более двух параметров определено по справочным данным не верно; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно решено менее 80% задачи, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или записаны уравнения, не имеющие отношения к физическим явлениям и процессам, которые рассмотрены в данной задаче.

КМ-3. Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ»

Формы реализации: Устная форма
Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
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: основные способы повышения экономических показателей паротурбинных установок	1.Из каких основных конструктивных узлов состоит ГТУ? 2.Укажите основные элементы осевого компрессора ГТУ.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	3.Какие элементы проточной части охлаждаются в газовой турбине? 4.Как изменяется температура рабочего тела по проточной части ГТУ. 5.Какие узлы определяют положение ротора в корпусе ГТУ? 6.Из каких элементов состоит простейший одноступенчатый компрессор?

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: если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов.

КМ-4. Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»

Формы реализации: Защита задания
Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
Процедура проведения контрольного мероприятия: К защите типового расчета допускаются обучающиеся, правильно выполнившие п. 6 типового расчета. Время опроса - не более 15 мин.

Краткое содержание задания:
На защите обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по выполненному типовому расчету.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные типы энергетических установок и их место в энергетике	1.Изложите последовательность расчета тепловой схемы ГТУ. 2.Как определяется избыток воздуха в камере сгорания ГТУ? 3.Где возможно использование тепла уходящих газов? 4.Для чего применяют промежуточные подогрев рабочего тела и охлаждение воздуха в ГТУ? 5.К чему приводит введение промежуточного

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	охлаждения воздуха в ГТУ? 6.К чему приводит применение промежуточного охлаждения воздуха в ГТУ с регенераци-ей? 7..Какое влияния оказывает начальная температура рабочего тела ГТ на мощность и экономичность ГТУ? 8.Чем отличаются количественный и качественный способы регулирования ГТУ? 9.Влияние гидравлического сопротивления, утечек и механического КПД. 10.Что такое коэффициент избытка воздуха? Что такое чистые продукты сгорания? 11.Приведите принципиальную схему ГТУ с регенерацией и ее тепловой цикл в T-S координатах. 12.Приведите принципиальную схему ГТУ с промежуточным подводом тепла и ее тепловой цикл в T-S координатах. 13.Назовите назначение основных элементов газотурбинной установки. 14.Основные этапы проектирования ГТУ 15.Выбор степени повышения сжатия при проектировании ГТУ как агрегата универсального назначения: пикового и базового. 16.Чему равна температура за компрессором (турбиной) при степени сжатия равной единице? Как выглядит в этом случае цикл ГТУ в T-S координатах? 17.При какой степени сжатия температура за компрессором равна температуре перед турбиной? Как в этом случае изображается цикл ГТУ?

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.

10 семестр

КМ-1. Тест «Особенности паросиловых установок АЭС»

Формы реализации: Компьютерное задание
Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

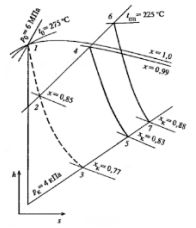
Процедура проведения контрольного мероприятия: Время выполнения - не более 20 минут. При выполнении тестового задания могут использоваться справочные данные справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1.

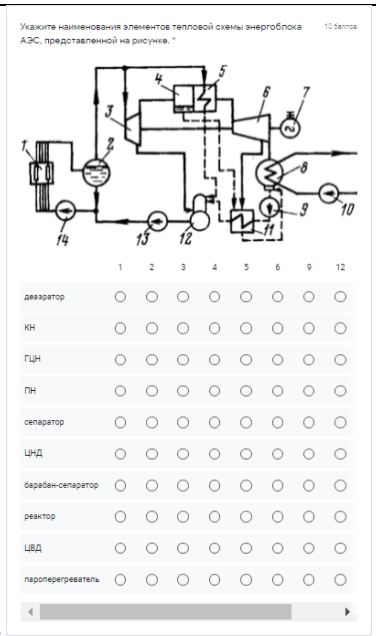
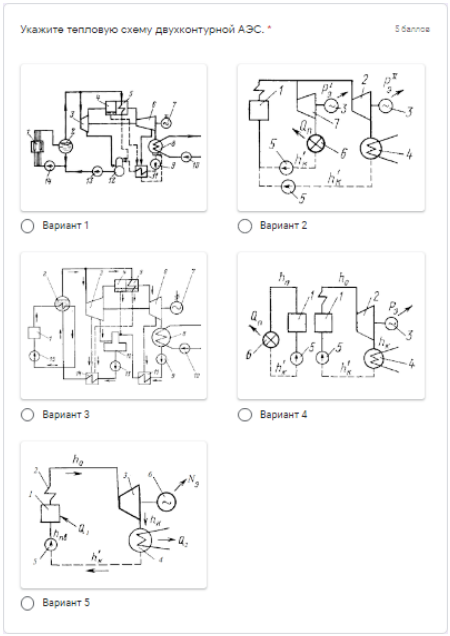
Краткое содержание задания:

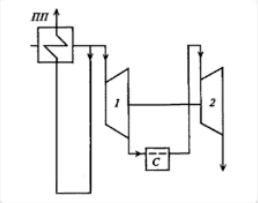
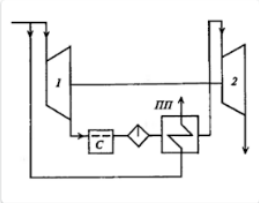
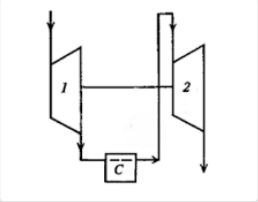
Тест состоит из 17 вопросов.

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

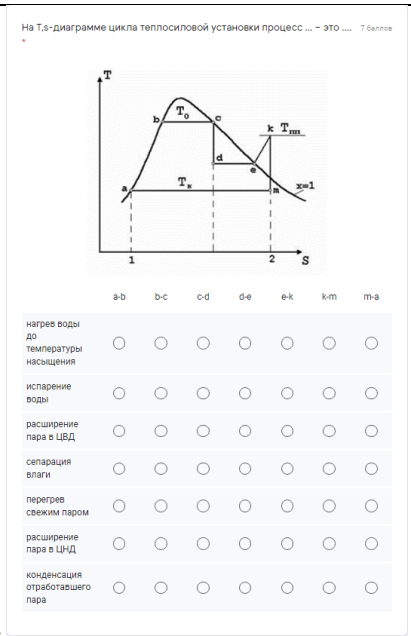
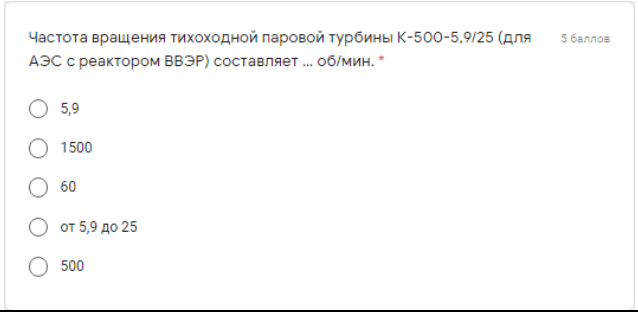
Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки	1. Расшифруйте аббревиатуру ВВЭР: * 4 балла Мой ответ 2. На h,s-диаграмме процесса расширения пара в турбинах насыщенного пара процесс ... – это ... * 6 баллов  1-2 1-3 2-4 4-5 4-6 6-7 расширение пара в ЦВД расширение пара в турбине без применения мер по удалению влаги внешняя сепарация промежуточный перегрев свежим паром расширение пара в ЦНД после внешней сепарации влаги расширение пара в ЦНД после промежуточного перегрева свежим паром 3. КПД энергоблока АЭС составляет ...%. * 5 баллов 41-46 15-20 52-61 82-86 31-38

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	4.  Укажите наименования элементов тепловой схемы энергоблока АЭС, представленной на рисунке. * 10 баллов 1 2 3 4 5 6 9 12 деаэратор КН ГЦН ПН сепаратор ЦНД барабан-сепаратор реактор ЦВД пароперегреватель 5. Вероятность захвата ядрами 235U велика для: * 5 баллов медленных протонов медленных нейтронов быстрых электронов быстрых нейтронов быстрых протонов медленных электронов 6.  Укажите тепловую схему двухконтурной АЭС. * 5 баллов Вариант 1 Вариант 2 Вариант 3 Вариант 4 Вариант 5 7. Расшифруйте аббревиатуру СПП: * 4 балла Мой ответ

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	8. В качестве теплоносителя в ядерных реакторах используется * 8 баллов ☐ плутоний ☐ бор ☐ вода ☐ жидкий натрий ☐ графит ☐ уран 9. К реакторам на медленных нейтронах относятся: * 8 баллов ☐ РБМК ☐ ВВЭР ☐ FNR ☐ PWR ☐ БН ☐ BWR 10. Для АЭС не характерны: * 8 баллов ☐ загрязнения окружающей среды ☐ тепловые выбросы ☐ выбросы вредных веществ (сернистых газов, оксидов углерода и др.) ☐ выбросы парниковых газов ☐ выбросы золы 11. Укажите тепловую схему турбины насыщенного пара с внешней сепарацией и одноступенчатым перегревом свежим паром * 5 баллов  ○ Вариант 2  ○ Вариант 3  ○ Вариант 1 12.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	АЭС – это электростанция, преобразующая ... в электрическую энергию * 5 баллов ◯ солнечную радиацию ◯ механическую энергию воды ◯ химическую энергию топлива ◯ энергию синтеза ядер атомов ◯ глубинное тепло Земли ◯ энергию деления ядер атомов 13. Содержание изотопа урана с атомной массой 235 в природном уране составляет около ...%. * 5 баллов ◯ 1,5 ◯ 3,3-4,4 ◯ 31-38 ◯ 98 ◯ 70 ◯ 0,72 14. Номинальное давление свежего пара перед стопорными клапанами стационарной паровой турбины К-220-4,4-5 составляет ... МПа. * 5 баллов ◯ 22 ◯ 5 ◯ 4,4 ◯ 220 ◯ 44 15. Реакторы на тепловых нейтронах вырабатывают энергию за счет процесса деления изотопа урана: * 5 баллов ◯ 235U ◯ 236U ◯ 233U ◯ 237U ◯ 234U ◯ 238U

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	16.  На T,s-диаграмме цикла теплосиловой установки процесс ... – это .... 7 баллов * a-b b-c c-d d-e e-k k-m m-a нагрев воды до температуры насыщения испарение воды расширение пара в ЦВД сепарация влаги перегрев свежим паром расширение пара в ЦНД конденсация отработавшего пара 17.  Частота вращения тихоходной паровой турбины К-500-5,9/25 (для АЭС с реактором ВВЭР) составляет ... об/мин. * 5 баллов 5,9 1500 60 от 5,9 до 25 500

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
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. Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии»

Формы реализации: Компьютерное задание
Тип контрольного мероприятия: Тестирование
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время выполнения - не более 20 минут. При выполнении тестового задания могут использоваться справочные данные 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.

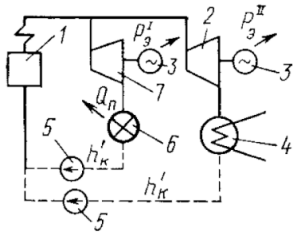
Краткое содержание задания:

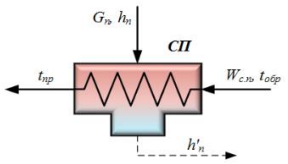
Тест состоит из 17 вопросов.

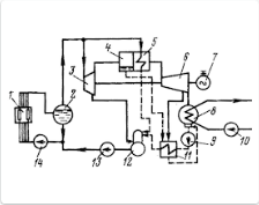
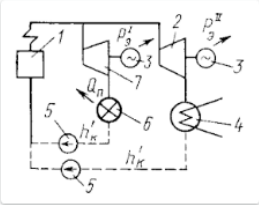
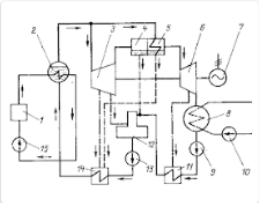
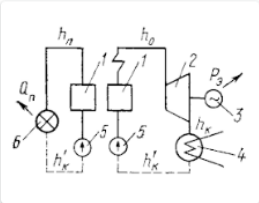
Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 100.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: устройство, схемы и принципы работы газотурбинных установок	1. Теплофикационная паровая турбина типа Т – это турбина: * (5 баллов) ○ ЦНД которой при максимальной теплофикационной нагрузке вырабатывает механическую энергию ○ отработавший пар которой полезно используется в теплофикаторе ○ без отопительного отбора пара и конденсатором ○ без регулируемого отбора пара и конденсатора ○ с противодавлением без регулируемого отбора пара, отработавший пар которой полезно используется ○ с отопительным отбором пара и конденсатором, ЦНД которой при максимальной теплофикационной нагрузке не вырабатывает механическую энергию 2. Работа водонагревательных установок ТЭЦ осуществляется в соответствии с : * (5 баллов) ○ графиком базовой нагрузки ○ температурным графиком системы теплоснабжения ○ графиком пиковой нагрузки ○ графиком системы электроснабжения ○ графиком электрической нагрузки 3. Система теплоснабжения - это совокупность: * (10 баллов) ☐ источников тепловой энергии ☐ тягодутьевых устройств ☐ тепловых сетей ☐ электрических сетей ☐ систем преобразования, передачи и распределения электроэнергии ☐ теплопотребляющих установок 4. Турбина Р-100/105-130/15 с противодавлением ... МПа. * (5 баллов) ○ 10 ○ 10,5 ○ 1,45 ○ 12,8 ○ 15

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	5. Паровая турбина типа Р – это теплофикационная турбина: * (5 баллов) ○ с противодавлением без регулируемого отбора пара, отработавший пар которой полезно используется ○ с отопительным отбором пара и конденсатором ○ с регулируемым отбором пара и конденсатором ○ без регулируемого отбора пара и конденсатором ○ без отопительного отбора пара и конденсатором ○ отработавший пар которой полезно используется в конденсаторе 6. Расшифруйте аббревиатуру РТС: * (4 балла) Мой ответ 7. Укажите наименования элементов тепловой схемы ПСУ, представленной на рисунке. * (7 баллов)  1 2 3 4 5 6 7 потребитель теплоты ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ конденсационная турбина ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ котел ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ турбина с противодавлением ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ электрический генератор ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ насос ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ конденсатор ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ 8. Теплофикационная паровая турбина – это турбина с ..., предназначенная для комбинированной выработки механической и тепловой энергии * (5 баллов) ○ конденсатором ○ регулируемым отбором пара и(или) противодавлением ○ теплофикатором ○ теплофикацией и(или) конденсацией ○ теплофикатором и(или) конденсатором ○ конденсацией и(или) противодавлением

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	9. Тепловая мощность сетевого подогревателя может быть рассчитана по уравнению: * (10 баллов)  Вариант 4: $Q_т = G_п(h_п - h'_п)$ Вариант 1: $Q_т = W_{с.в} c_{р\,вод}(t_{пр} - t_{обр})$ Вариант 2: $Q_т = W_{с.в} c_{р\,вод}(t_{обр} - t_{пр})$ Вариант 3: $Q_т = G_п(h_{пр} - h'_п)$ 10. ТЭЦ – это паротурбинная электростанция, предназначенная для производства: * (5 баллов) ядерной энергии тепловой энергии электрической энергии электрической энергии и тепла механической и кинетической энергии 11. Теплофикация — это централизованное теплоснабжение потребителей теплом, но не от любого источника, а именно от: * (5 баллов) РТС КЭС ТЭЦ КТС и КЭС РТС и КЭС КТС

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	12. Укажите тепловую схему раздельной выработки теплоты и электроэнергии. * (5 баллов)  Вариант 1  Вариант 2  Вариант 3  Вариант 4 13. Расшифруйте аббревиатуру ТЭЦ: * (4 балла) Мой ответ 14. Деаэратор предназначен для удаления из воды: * (5 баллов) сероводорода растворенных солей грубодисперсных примесей кислорода и углекислого газа оксидов азота органических веществ 15. При теплофикации ... возникает экономия топлива. * (5 баллов) всегда иногда никогда только при определенны условиях периодически 16. Номинальная мощность теплофикационной паровой турбины Т-185/220-12,8-2 составляет ... МВт. * (5 баллов) 220 185 130 2 12,8

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	17. Источниками тепловой энергии в системе централизованного теплоснабжения являются: * (10 баллов) ☐ ТЭЦ ☐ индивидуальные отопительные печи ☐ РТС ☐ АЭС ☐ КЭС ☐ автономные котельные

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-3. Контрольная работа «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 изменяться 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 10 до 25°С и сохранении неизменными степени расширения в ГТ δ=22 и температуры газа перед турбиной tc=1250°С. Расход продуктов сгорания через проточную часть турбины составляет 194,2 кг/с.

Потери давления в камере сгорания $\Delta pкс$=46 кПа, за ГТ $\Delta pдт$=2 кПа; остальными гидравлическими сопротивлениями пренебречь. Барометрическое давление B=740 мм рт.ст.

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

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

Задача 2

Определить удельную полезную работу, коэффициент полезной работы и абсолютный внутренний КПД простой энергетической ГТУ, спроектированной из условия обеспечения ее максимальной экономичности.

Для расчета заданы следующие величины:

ta=0;

τ=5,5;

λ=0,94.

Определить во сколько раз степень повышения давления, при которой достигается максимум удельной полезной работы, меньше степени повышения давления, при которой достигается максимальная эффективность ГТУ.

Изобразить зависимости удельной полезной работы и коэффициента полезной работы от степени повышения давления в компрессоре.

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

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: объяснять физические принципы работы паротурбинных установок и конструкцию основных узлов паровых турбин	1.Определить удельную полезную работу, коэффициент полезной работы и абсолютный внутренний КПД простой энергетической ГТУ, спроектированной из условия обеспечения ее максимальной экономичности. 2.Определить во сколько раз степень повышения давления, при которой достигается максимум удельной полезной работы, меньше степени повышения давления, при которой достигается максимальная эффективность ГТУ.

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.

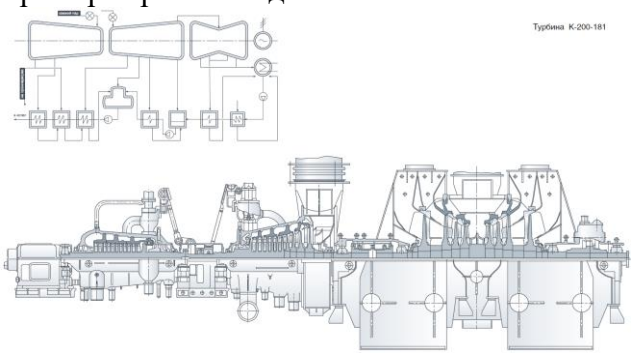
КМ-4. Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины»

Формы реализации: Устная форма
Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
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 ПТУ и устройству ее паровой турбины.

Пример варианта задания:



Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: осуществлять выбор степени сжатия компрессора энергетической ГТУ простой тепловой схемы в зависимости от ее назначения (пикового, полупикового или базового)	1.Объясните принцип работы простейшей паросиловой установки по циклу Ренкина, изобразив его в T,s-диаграмме. 2.Объясните на каком принципе основана работа сетевого подогревателя? 3.Почему в ПТУ начальное давление пара нельзя изменять независимо от начальной температуры? 4.Как влияет промежуточный перегрев пара, осуществляемый в котельной установке, на термический КПД цикла и относительный КПД турбины? 5.От чего зависит давление в конденсаторе? 6.Чем объясняется выигрыш в экономичности при регенеративном подогреве питательной воды? 7.Почему промежуточный паровой перегрев пара на АЭС не приводит к повышению термического КПД цикла? Повышает ли он относительный внутренний КПД турбины? 8.Почему комбинированная выработка

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	электроэнергии и теплоты дает экономический выигрыш? 9.Для чего служат опорные и упорные подшипники в турбинах? 10.Какие функции выполняют концевые уплотнительные устройства?

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.

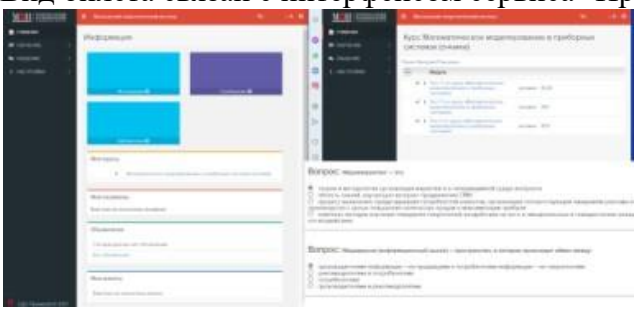
СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

9 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



Процедура проведения

В тесте 20 вопросов встречаются вопросы следующих типов:
1. с одним вариантом ответа (в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл)
2. с выбором нескольких вариантов ответов (в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)
3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)
4. развернутый ответ, вводится в вручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-З$_{ПК-1}$ выполняет работы по автоматизированной поддержке эксплуатации теплоэнергетических систем

Вопросы, задания

1.Определить параметры рабочего тела перед и за компрессорами, перед и за турбиной.
2. Определить расходы воздуха и топлива, внутренние мощности КНД, КВД и газовой турбины.
3.Определить коэффициент использования топлива и удельный расход условного топлива на производство 1 кВт·ч электроэнергии.

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
2.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 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.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

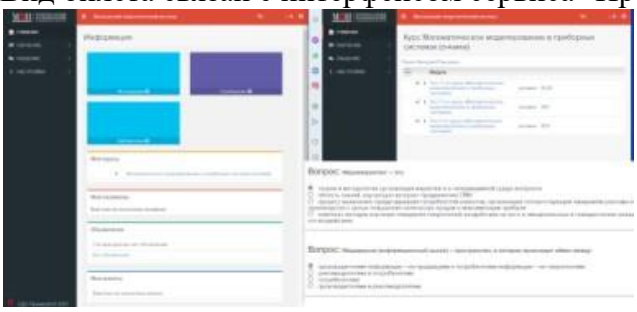
Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.

10 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



Процедура проведения

В тесте 20 вопросов встречаются вопросы следующих типов:
1. с одним вариантом ответа (в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл)
2. с выбором нескольких вариантов ответов (в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)

3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)
4. развернутый ответ, вводится в вручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-$З_{ПК-1}$ выполняет работы по автоматизированной поддержке эксплуатации теплоэнергетических систем

Вопросы, задания

1.Примеры теоретических вопросов:

1. Термодинамический цикл паросиловой установки.
2. Термодинамические процессы в элементах ПТУ и их расчет.
3. Показатели тепловой экономичности паровых турбин и турбоустановок.
4. Мощности и КПД турбин и паротурбинных установок
5. Влияние начальных значений давления и температуры на термический и абсолютный внутренний КПД цикла ПТУ.
6. Влияние конечного давления на термический и абсолютный внутренний КПД цикла ПТУ.
7. Роль и назначение промежуточного перегрева пара в ПТУ. Его влияние на КПД ПТУ.
8. Выбор начальных и конечных параметров пара и промежуточного перегрева пара при проектировании тепловой схемы.
9. Регенеративный подогрев питательной воды.
10. Регенеративный цикл и его преимущества.
11. Регенеративный цикл с одним подогревателем.
12. Конденсационные установки паровых турбин. Тепловые процессы в конденсаторе.
13. Понятие о теплофикации. Раздельная и комбинированная выработка электроэнергии и тепла.
14. Термодинамическое преимущество комбинированной выработки. Показатели качества работы ТЭЦ.
15. Выбор начальных параметров пара АЭС. Сепарация и промежуточный перегрев.

2.Примеры практических задач:

Задача № 1

Определить внутреннюю мощность ЦВД паровой турбины, имеющего отбор пара в систему регенерации при давлении 6 МПа. Доля отбираемого пара составляет $\alpha отб$=0,065.

Известны параметры пара перед первой ступенью турбины: $p0$=23,5 МПа; $t0$=560°С. Пар после ЦВД направляется на промежуточный перегрев при давлении 4 МПа с расходом 270 кг/с.

Недостающими величинами задаться самостоятельно.

Задача № 2

Определить термический КПД паротурбинного цикла при следующих параметрах пара:
$p0$=3,5 МПа;
сухой насыщенный пар;
$pк$=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 ηoi=0,86, механический КПД турбоагрегата $\eta м$=0,986, КПД электрогенератора $\eta э.г$=0,98.

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

Задача № 3

Найти параметры пара (энтальпию и степень влажности) за последней ступенью ЦВД турбины АЭС. Начальные параметры пара: p_0=6,5 МПа; x_0=0,99. Давление пара за цилиндром высокого давления составляет $p_{разд}$=1,3 МПа.

Для оценки относительного внутреннего КПД группы ступеней ЦВД использовать следующую формулу:

η_{0i}=0,89[1-0,8 (y_0+$y_к$)/2],

где y_0 – влажность на входе в группу ступеней, $y_к$ – влажность на выходе из группы ступеней.

Задача № 4

Определить параметры в отборе пара и его расход на ПНД-7 смешивающего типа из цилиндра низкого давления, если известны параметры пара перед и за ЦНД:

$p_{0цнд}$=0,16 МПа;

$t_{0цнд}$=209,6°С;

$p_к$=3,5 кПа.

На вход в ПНД-7 поступает конденсат из конденсатора с расходом 117 кг/с. Температура конденсата на выходе из ПНД-7 составляет 57,5°С.

Потерей давления в паропроводе на ПНД пренебречь.

Другими недостающими величинами задаться самостоятельно.

Задача № 5

Паротурбинная установка К-220-130 имеет нерегулируемый отбор пара для подогрева сетевой воды. Определить расход сетевой воды, подогреваемой в сетевом подогревателе, если известно: температура прямой сетевой воды составляет 87°С, а обратной – 55°С. Расход пара на подогреватель сетевой воды составляет 4,36 кг/с.

Отбор выполняется из ЦНД параметры пара, перед которым составляют: $p_{0цнд}$=0,16 МПа и $t_{0цнд}$=209,6°С. Давление в конденсаторе равно 3,5 кПа. Относительный внутренний КПД ЦНД рассматриваемой турбины составляет 0,84.

Потерей давления в паропроводе на сетевой подогреватель пренебречь.

Другими недостающими величинами задаться самостоятельно.

3.Примеры теоретических вопросов:

1. Сравнительный анализ энергетических установок различного типа. Достигнутый уровень экономичности энергетических установок и перспективы их развития.
2. Понятие о паросиловой, паропроизводящей и паротурбинной установках. Преимущества и недостатки ПТУ.
3. Устройство, схема и принцип работы ПСУ.
4. Нагрев воды в регенеративной системе ПТУ. Тепловая схема реальной ПТУ.
5. Общее представление о тепловой электростанции. Основное оборудование ТЭС.
6. Основное и вспомогательное оборудование ТЭС.
7. Назначение, принцип работы, схемы включения и конструкции теплообменных аппаратов, деаэраторов.
8. Ресурсы, потребляемые АЭС, ее продукция и отходы производства.
9. Принципиальная схема ядерного реактора. Основные особенности и отличия энергетических реакторов типа ВВЭР и РБМК.
10. Технологические схемы производства электроэнергии на АЭС с реакторами различных типов.
11. Преимущества и недостатки АЭС по сравнению с ТЭС.
12. Устройство водоподогревательной установки ТЭЦ.

13. Паротурбинные установки: конденсационные, теплофикационные и с противодавлением.
14. Типы паровых турбин и области их использования.
15. Устройство и конструкция основных узлов паровой турбины.

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.