

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Тепловые электрические станции

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Заочная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Газотурбинные и парогазовые технологии на ТЭС**

**Москва
2023**

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	Рогалев Н.Д.
	Идентификатор	R618dc98f-RogalevND-c9225577

Н.Д.
Рогалев

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен проводить организационно-управленческие и экспертно-аналитические работы на ТЭС

ИД-1 применять методы ценообразования, проводить оценку и анализ затрат на эксплуатацию оборудования, вести экспертно-аналитические обоснования

ИД-2 проводить работы по повышению надежности и экономичности работы тепломеханического оборудования, внедрять результаты исследований и разработок

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. ПГУ (Тестирование)
2. Показатели (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Эксплуатация ГТУ (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	3	7	10
ГТУ, основные показатели ГТУ и ГТУ-ТЭЦ				
Тепловые схемы различных типов ГТУ. Осевые компрессоры энергетических ГТУ. Камеры сгорания энергетических ГТУ		+		
Эксплуатация ГТУ, переменные режимы работы ГТУ, пуск и останов				
Эксплуатация и защиты ГТУ, пуск и останов. Техническое обслуживание энергетических ГТУ. Газотурбинные теплоэлектроцентрали			+	
ПГУ и ПГУ-ТЭЦ. Парогазовые установки на угольных ТЭС				
Конденсационные ПГУ с котлами-утилизаторами. Особенности паротурбинных установок в составе ПГУ. Парогазовые технологии на пылеугольных электростанциях				+
Вес КМ:		30	40	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} применять методы ценообразования, проводить оценку и анализ затрат на эксплуатацию оборудования, вести экспертно-аналитические обоснования	Знать: основные типы парогазовых установок (ПГУ) использование ПГУ при проектировании ТЭС с высокими экологическими показателями	Показатели (Тестирование) ПГУ (Тестирование)
ПК-2	ИД-2 _{ПК-2} проводить работы в по повышению надежности и экономичности работы тепломеханического оборудования, внедрять результаты исследований и разработок	Уметь: определять энергетические показатели парогазовых схем и их работы при переменном режиме	Эксплуатация ГТУ (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Показатели

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование посредством СДО "Прометей"

Краткое содержание задания:

Простейшие тепловые схемы различных типов ГТУ

Контрольные вопросы/задания:

Знать: использование ПГУ при проектировании ТЭС с высокими экологическими показателями	1.Что оказывает наибольшее влияние на экономичность ГТУ? 1.Давление топлива на входе в камеру сгорания 2.Давление топлива на входе в камеру сгорания 3.Высота установки ГТУ над уровнем моря и атмосферное давление Ответ: 2 2.Основным рабочим телом в ГТУ является: 1.Смесь продуктов сгорания 2.Газ 3. Воздух Ответ: 3 3.Почему в процессе работы изменяется температура выходных газов за газовой турбиной ГТУ? 1.Из-за изменения входного давления в компрессор 2.Из-за изменения плотности воздуха 3.Из-за попадания в зону помпажа Ответ: 2 4.Как называются вращающиеся лопатки в осевом компрессоре? 1.Компрессорная лопатка 2.Сопловая лопатка 3.Рабочее колесо Ответ: 3 5.Как изменится избыток воздуха при повышении начальной температуры? 1.Уменьшится 2.Увеличится 3.Не изменится Ответ: 1
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или без ошибок менее 50 процентов заданий

КМ-2. Эксплуатация ГТУ

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в письменной форме. Студенты получают от преподавателя задание, выполняют его, по окончании выполнения сдают преподавателю

Краткое содержание задания:

Газотурбинные ТЭЦ. Примеры компоновки. Пуско-наладочные режимы энергетических ГТУ

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: определять энергетические показатели парогазовых схем и их работы при переменном режиме	1.Поясните, как изменятся параметры равновесного режима работы энергетической ГТУ с увеличением температуры наружного воздуха $T_{нв}$ при $T_{нт} = \text{const}$ 2.Изобразите цикл Брайтона для двух температур наружного воздуха. Поясните по точкам, что и в каких элементах ГТУ происходит 3.Как изменяется отношение внутренней мощности газовой турбины и потребляемой компрессором с увеличением степени повышения давления и почему 4.Какое влияние оказывает температурный коэффициент и степень сжатия в компрессоре на внутренний КПД реального цикла Брайтона? (показать графически и объяснить) 5.Построить зависимость внутреннего КПД ГТУ от степени повышения давления и указать область допустимых режимов работы
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно более 60 процентов заданий

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или без ошибок менее 60 процентов заданий

КМ-3. ПГУ

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование посредством СДО "Прометей"

Краткое содержание задания:

Комбинированные схемы ПГУ. Техперевооружение ТЭС с использованием ПГУ

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные типы парогазовых установок (ПГУ)	1.Может ли в состав парогазовой установки (ПГУ) входить энергетический паровой котел? 1.Нет, не может 2.Энергетический паровой котел является неотъемлемой частью всех ПГУ 3.Энергетический паровой котел входит только в схемы ПГУ используемых при техперевооружении ТЭС Ответ: 3 2.Какой режим изменения электрической нагрузки ПГУ с параллельной схемой работы более выгоден? 1.Электрическая нагрузка паротурбинной установки поддерживается максимально возможной. Газотурбинная установка работает с номинальной нагрузкой, а ее характеристики соответствуют параметрам наружного воздуха и виду сжигаемого топлива. Тепловая нагрузка энергетического парового котла и его паропроизводительность изменяются в соответствии с работой ГТУ и с количеством генерируемого в котле-утилизаторе пара 2.Тепловая нагрузка и паропроизводительность энергетического парового котла соответствуют их номинальным значениям и поддерживаются постоянными. Паротурбинная установка, работает с предельно-возможным пропуском пара через проточную часть. Энергетическая ГТУ изменяет свою нагрузку в соответствии с необходимой паропроизводительностью котла-утилизатора 3.Электрическая нагрузка газотурбинной установки поддерживается максимально возможной. Тепловая нагрузка и паропроизводительность энергетического парового котла соответствуют их номинальным значениям и поддерживаются постоянными Ответ:1 3.Какие особенности имеют место при проектировании ПГУ сбросного типа?
---	--

	1.Нужна реконструкция парового котла, требуется применение специальных металлов в горелках либо охлаждение, требуется место рядом с котлом, ограничение по мощности ПТУ, требуется реконструкция тягодутьевых механизмов, изменение условий работы дымовой трубы 2.Требуется реконструкция котла-утилизатора, необходимо увеличение числа ПНД, требуется установка ГТУ с минимальным избытком воздуха, необходима организация второго контура давления 3.Электрическая мощность ПТУ составляет 1/3 от мощности ПГУ, требуется отказ от системы регенерации, сброс газов осуществляется в обвод РВП, в ПТУ устанавливается ступень Баумана, котел-утилизатор устанавливается над паровым котлом Ответ: 1 4.Какого типа парораспределения используется в паровой турбине ПГУ сбросного типа? 1.Сопловое 2.Дроссельное 3.Не имеет парораспределения Ответ: 1 5.В схеме ПГУ сбросного типа электрическая мощность паровой турбины составляет примерно ... 1.1/3 электрической мощности ПГУ 2.2/3 электрической мощности ГТУ 3.Равную электрическую мощность ГТУ Ответ: 2
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме без ошибок или без ошибок 90 процентов заданий

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок от 70 до 84 процентов заданий

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок от 60 до 69 процентов заданий

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или выполнено без ошибок менее 50 процентов заданий

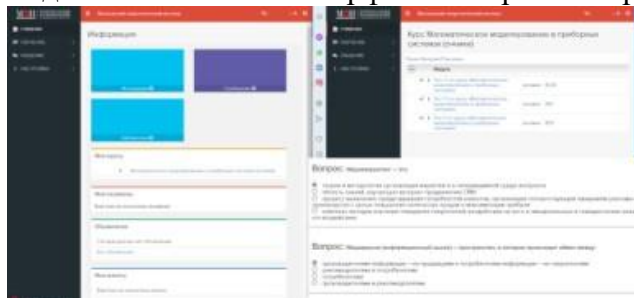
СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Пример билета

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



Процедура проведения

В тесте 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 вручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1пк-2 применять методы ценообразования, проводить оценку и анализ затрат на эксплуатацию оборудования, вести экспертно-аналитические обоснования

Вопросы, задания

1. Охарактеризуйте особенности тепловой схемы ПГУ с трехконтурным котлом-утилизатором. Приведите моноблочные и одновальные схемы ПГУ, укажите их преимущества и недостатки
2. Охарактеризуйте паровые турбины ПГУ с двухконтурным КУ, укажите особенности конструкции. Приведите алгоритм расчета мощности
3. Перечислите основные особенности котлов-утилизаторов. Опишите устройство поверхностей нагрева
4. Приведите тепловую схему отопительной ГТУ-ТЭЦ. Укажите способы регулирования отпуска теплоты, перечислите показатели экономичности
5. Приведите тепловую схему ПГУ с дожиганием топлива в КУ ПГУ. Перечислите виды дожигания и их влияние на экономичность ПГУ
6. Опишите особенности паровых турбин в тепловой схеме ПГУ с КУ, приведите тепловые схемы

7.Перечислите энергетические показатели ПГУ с КУ, приведите схему тепловых и энергетических потоков. Охарактеризуйте процесс расширения пара в ПТ с двухконтурным КУ

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Требуется ли установка дожимного компрессора топливного газа при подаче топлива в ГТУ?

Ответы:

1. Нет, не требуется
2. Всегда устанавливается
- 3.Зависит от давления газа, поступающего в ГТУ

Верный ответ: 3

2.Как изменятся параметры равновесного режима работы энергетической ГТУ с увеличением температуры наружного воздуха $T_{нв}$ при $T_{нт} = \text{const}$?

Ответы:

1. Температура наружного воздуха не повлияет на параметры ГТУ
2. При увеличении температуры наружного воздуха электрическая мощность ГТУ возрастет
3. При увеличении температуры наружного воздуха температура газов на выходе из ГТУ возрастет

Верный ответ: 3

3.Как изменятся основные характеристики энергетической ГТУ с увеличением температуры наружного воздуха $T_{нв}$ при $T_{нт} = \text{const}$?

Ответы:

1. Электрическая мощность возрастает, температура на выходе из ГТУ падает, расход продуктов сгорания возрастает
2. Электрическая мощность падает, температура на выходе из ГТУ растет, расход продуктов сгорания падает
3. Электрическая мощность падает, температура на выходе из ГТУ падает, расход продуктов сгорания возрастает

Верный ответ: 2

4.Какое влияние оказывает температурный коэффициент на внутренний КПД реального цикла Брайтона?

Ответы:

1. С ростом температурного коэффициента увеличивается оптимальная степень сжатия в компрессоре и возрастает внутренний КПД
2. С уменьшением температурного коэффициента увеличивается оптимальная степень сжатия в компрессоре и возрастает внутренний КПД
3. Температурный коэффициент прямо пропорционален внутреннему КПД

Верный ответ: 1

5.Какой режим работы осевого компрессора называют расчетным?

Ответы:

1. Переменный режим работы компрессора рассчитанный для конкретных условий работы
2. Режим по стандарту ISO 2314 при +15 C
3. Проектный режим при минимально возможной нагрузке осевого компрессора

Верный ответ: 2

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-2 проводить работы в по повышению надежности и экономичности работы тепломеханического оборудования, внедрять результаты исследований и разработок

Вопросы, задания

1. Постройте зависимость внутреннего КПД ГТУ от степени повышения давления и указать область допустимых режимов работы
2. Приведите простейшую тепловую схему ПГУ с КУ. Охарактеризуйте термодинамический цикл Брайтона-Ренкина. Укажите основные особенности и показатели ПГУ
3. Опишите конструкцию одноконтурного КУ, приведите Q, T-диаграмма теплообмена
4. Приведите простейшую тепловую схему ПГУ с КУ и с дожиганием топлива. Охарактеризуйте термодинамический цикл Брайтона-Ренкина
5. Укажите основные особенности и показатели ПГУ. Охарактеризуйте параметры дожигания, приведите преимущества и недостатки
6. Приведите схему тепловых энергетических потоков и основные показатели тепловой экономичности
7. Перечислите особенности технологического процесса, проблемы при реализации данного типа ПГУ
8. Охарактеризуйте построение процесса расширения пара в ПТ с двухконтурным КУ. Опишите, как осуществляется учет влажности пара

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Может ли в состав парогазовой установки (ПГУ) входить энергетический паровой котел?

Ответы:

1. Нет, не может.
2. Энергетический паровой котел является неотъемлемой частью всех ПГУ
3. Энергетический паровой котел входит только в схемы ПГУ используемых при техперевооружении ТЭ

Верный ответ: 3

2. Какой режим изменения электрической нагрузки ПГУ с параллельной схемой работы более выгоден?

Ответы:

1. Электрическая нагрузка паротурбинной установки поддерживается максимально возможной. Газотурбинная установка работает с номинальной нагрузкой, а ее характеристики соответствуют параметрам наружного воздуха и виду сжигаемого топлива. Тепловая нагрузка энергетического парового котла и его паропроизводительность изменяются в соответствии с работой ГТУ и с количеством генерируемого в котле-утилизаторе пара
2. Тепловая нагрузка и паропроизводительность энергетического парового котла соответствуют их номинальным значениям и поддерживаются постоянными. Паротурбинная установка, работает с предельно-возможным пропуском пара через проточную часть. Энергетическая ГТУ изменяет свою нагрузку в соответствии с необходимой паропроизводительностью котла-утилизатора
3. Электрическая нагрузка газотурбинной установки поддерживается максимально возможной. Тепловая нагрузка и паропроизводительность энергетического парового котла соответствуют их номинальным значениям и поддерживаются постоянными

Верный ответ: 1

3. Какой тип газификации нашел наибольшее применение на практике?

Ответы:

1. Газификация в неподвижном слое

2. Газификация в кипящем слое
3. Газификация летучим потоком угольной пыли
4. Газификация с использованием теплоты реакции через теплообменник

Верный ответ: 2

4. Какие особенности имеют место при проектировании ПГУ сбросного типа?

Ответы:

1. Нужна реконструкция парового котла, требуется применение специальных металлов в горелках либо охлаждение, требуется место рядом с котлом, ограничение по мощности ПТУ, требуется реконструкция тягодутьевых механизмов, изменение условий работы дымовой трубы
2. Требуется реконструкция котла-утилизатора, необходимо увеличение числа ПНД, требуется установка ГТУ с минимальным избытком воздуха, необходима организация второго контура давления
3. Электрическая мощность ПТУ составляет 1/3 от мощности ПГУ, требуется отказ от системы регенерации, сброс газов осуществляется в обвод РВП, в ПТУ устанавливается ступень Баумана, котел-утилизатор устанавливается над паровым котлом

Верный ответ: 1

5. Каковы характерные преимущества применения газотурбинной установки (ГТУ)?

Ответы:

1. Компактность. Возможность сборки на заводе. ГТУ не требует охлаждающей воды. Высокая маневренность. Низкая стоимость
2. Меньшая экономичность, чем у паросиловой установки. Компактность. Возможность сборки на заводе
3. Может работать на всех видах топлива. ГТУ не требует охлаждающей воды. Низкая маневренность

Верный ответ: 1

6. Как впрыск пара в компрессор влияет на экономичность ГТУ?

Ответы:

1. Мощность компрессора снижается, при этом падает КПД ГТУ
2. Мощность компрессора возрастает, при этом падает КПД ГТУ
3. Мощность компрессора снижается, при этом КПД ГТУ возрастает

Верный ответ: 3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена верно или с несущественными недостатками

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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 аттестационной составляющих