

**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: Энергетика предприятий и водородные технологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Турбины и двигатели**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Осипов С.К.
	Идентификатор	R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91

С.К. Осипов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.
Рогалев

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.
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-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с применением информационных технологий

ИД-1 Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-2 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-4 Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 «Термогазодинамический расчет ТРД» (Контрольная работа)
2. КМ-2 «Сравнительный анализ конструкций ротора осевого компрессора» (Контрольная работа)
3. КМ-3 «Расчет проточной части газовой турбины» (Контрольная работа)
4. КМ-4 «Высотно-скоростная характеристика ТРД» (Контрольная работа)
5. КМ-5 (Контрольная работа)
6. КМ-6 (Контрольная работа)
7. КМ-7 (Контрольная работа)
8. КМ-8 (Контрольная работа)

БРС дисциплины

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1 «Термогазодинамический расчет ТРД» (Контрольная работа)
- КМ-2 КМ-2 «Сравнительный анализ конструкций ротора осевого компрессора» (Контрольная работа)
- КМ-3 КМ-3 «Расчет проточной части газовой турбины» (Контрольная работа)
- КМ-4 КМ-4 «Высотно-скоростная характеристика ТРД» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4

	Срок КМ:	4	8	12	16
Схемы и циклы ТРД и ГТУ					
Классификация авиационных двигателей и энергетических установок	+				
Принцип работы газотурбинных реактивных двигателей и их основных элементов	+				
Принципиальные схемы и циклы ГТУ	+				
Параметры, определяющие совершенство ГТД и ГТУ	+				
Термогазодинамический расчет ГТД и зависимость удельных параметров от параметров рабочего тела	+				
Лопаточные машины					
Назначение и принцип действия лопаточных машин			+		
Модель рабочего тела и течений в лопаточных машинах			+		
Основные уравнения теории лопаточных машин			+		
Формы учета потерь в лопаточных машинах ВРД и связь между ними			+		
Изменение параметров по радиусу и закрутка лопаток осевых компрессоров			+		
Применение теории подобия для построения характеристик лопаточных маши			+		
Пути совершенствования лопаточных машин			+		
Осевые и центробежные компрессоры					
Элементарная ступень осевого компрессора				+	
Окружная скорость и коэффициент полезного действия				+	
Характеристики многоступенчатых компрессоров				+	
Расчет осевых компрессоров				+	
Конструкция многоступенчатых осевых компрессоров				+	
Центробежные компрессоры				+	
Газовые турбины					
Элементарная ступень турбины					+
Выбор схемы проточной части турбины и расчете ее основных размеров					+
Газодинамический расчет ступени турбины					+

Профилирование лопаток турбины				+
Основные особенности и порядок расчета многоступенчатых газовых турбин				+
Конструкция многоступенчатой газовой турбины				+
Вес КМ:	25	25	25	25

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-5 КМ-5 (Контрольная работа)

КМ-6 КМ-6 (Контрольная работа)

КМ-7 КМ-7 (Контрольная работа)

КМ-8 КМ-8 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	4	8	12	14
Камеры сгорания ТРД и ГТУ					
Основные элементы и их назначение		+			
Основные характеристики камер сгорания		+			
Конструктивное исполнение основных элементов камер сгорания		+			
Расчет основных параметров камер сгорания		+			
Конструкции мало эмиссионных камер сгорания		+			
Системы охлаждения ТРД и ГТУ					
Системы охлаждения турбореактивных двигателей и газотурбинных установок			+		
Основы рациональной организации охлаждения камер сгорания			+		
Системы и схемы охлаждения газовой турбины и ее деталей			+		+
Системы охлаждения рабочих и сопловых лопаток газовых турбин			+		+
Характеристики и регулирование ТРД и ГТУ					
Высотно-скоростные характеристики ТРД				+	+
Частичные нагрузки газотурбинных установок				+	+
Статические характеристики ГТУ				+	+

Регулирование ГТУ				+
Основные элементы систем автоматического регулирования				+
Вес КМ:	20	25	25	30

БРС курсовой работы/проекта

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

КМ-1 Соблюдение графика выполнения курсовой работы

КМ-2 Соблюдение графика выполнения курсовой работы и качества оформления курсовой работы

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	8	14
Ознакомление с заданием на курсовую работу, методическими указаниями и исходными данными		+	
Выполнить термогазодинамический расчет ТРД			
Провести расчет осевых и диаметральных размеров входного устройства, компрессора, камеры сгорания, турбины и реактивного сопла. Начертить конструктивную схему двигателя		+	
Выполнить расчет линии рабочих режимов на заданной характеристике компрессора при законе регулирования ТРД $n = \text{const}$. Построить графики изменения параметров вдоль линии рабочих режимов			+
Рассчитать скоростную характеристику ТРД при заданной высоте полета, $M_p = 0 \dots 1,5$ при законе регулирования $n = \text{const}$.			+
Построить графики изменения тяги P , удельной тяги $R_{уд}$, удельного расхода топлива $C_{уд}$ от скорости полета M_p .			+
Построить график изменения температуры газа перед турбиной от скорости полета M_p .			+
Оформление пояснительной записки и графической части			+
Вес КМ:		60	40

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-1 _{ПК-1} Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов и теплотехники	Знать: знать конструкцию основных узлов ТРД и ГТУ принципы конструирования основных узлов и деталей ГТД и ГТУ Уметь: проводить гидравлический расчет ТРД и ГТУ проводить энергетический расчет ТРД и ГТУ	КМ-1 КМ-1 «Термогазодинамический расчет ТРД» (Контрольная работа) КМ-3 КМ-3 «Расчет проточной части газовой турбины» (Контрольная работа) КМ-5 КМ-5 (Контрольная работа) КМ-8 КМ-8 (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	Знать: знать характеристики и конструкцию основных узлов ТРД и ГТУ Уметь: уметь проводить анализ и выбор и согласование параметров основных узлов ГТД и ГТУ	КМ-3 КМ-2 «Сравнительный анализ конструкций ротора осевого компрессора» (Контрольная работа) КМ-4 КМ-4 «Высотно-скоростная характеристика ТРД» (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-4 _{ПК-1} Принимает участие в оценке энергетической	Знать: методы расчета основных узлов и деталей ГТД и ГТУ	КМ-6 КМ-6 (Контрольная работа) КМ-7 КМ-7 (Контрольная работа)

	эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники	Уметь: уметь проводить анализ параметров основных узлов ГТД и ГТУ	
--	---	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

7 семестр

КМ-1. КМ-1 «Термогазодинамический расчет ТРД»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку знаний по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: принципы конструирования основных узлов и деталей ГТД и ГТУ	1.С какой целью выполняется термогазодинамический расчет двигателя? 2.Какие данные нужны для проектного термогазодинамического расчета ТРД? 3.Оцените значение величин η_k , $\sigma_{k.c}$, η_g , $\delta_{охл}$, η_t^* , σ_c , η_m , ϕ_c , принимаемые для такого расчета. 4.Как и почему изменяются p^* , T^* с по тракту двигателя? 5.Какое и почему взаимное положение зависимостей p^* , p по тракту ТРД? 6.Какое и почему взаимное положение зависимостей T^* , T по тракту ТРД?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. КМ-2 «Сравнительный анализ конструкций ротора осевого компрессора»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку знаний по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: знать характеристики и конструкцию основных узлов ТРД и ГТУ	1.Пояснить преимущества и недостатки осевого компрессора с постоянным внутренним диаметром ротора, постоянным наружным и постоянным средним 2.Конструкция крепления рабочих лопаток компрессора к дискам. Сравнить конструкцию роторов дискового и барабанного типов

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. КМ-3 «Расчет проточной части газовой турбины»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить энергетический расчет ТРД и ГТУ	1. Найти площадь минимального ФМНН и выходного сечений решетки расширяющихся сопел, если известны параметры торможения газа перед ней $p_0 = 1,00$ МПа, $T_0 = 300$ °С и расчетное давление за ней $P_i = 0,25$ МПа. Расход перегретого пара $G = 2,0$ кг/с. Коэффициент расхода - 0,985 2. Определить площадь рабочей решетки F2, ее высоту l2 и число лопаток для промежуточной ступени газовой турбины, подобрать соответствующий тип решетки и найти коэффициент скорости на среднем диаметре. Задано: расход газа $G = 270,0$ кг/с, средний диаметр по рабочим лопаткам $d_2 = 1,920$ м, углы входа = 52,3° и выхода $\alpha_2 = 28,3^\circ$; параметры газа за ступенью (по изоэнтропе) $p_2 = 0,278$ МПа и $T_{2t} = 900$ К; скорость выхода $w_{2t} = 365,1$ м/с; газовая постоянная $R = 289,7$ Дж/(кг • К); $(\kappa - 1)/\kappa = 0,233$. Толщину выходной кромки принять $\delta_{кр} = 3,8$ мм, хорду профиля $B_2 = 0,120$ м 3. Экспериментальными исследованиями определены профильные $f = 0,024$ и полные $f = 0,054$ потери в дозвуковой сопловой турбинной решетке (высота лопаток $l = 0,028$ м, толщина выходной кромки $\delta_{кр} = 0,7$ мм, шаг $tr = 0,75$, размер горла $L = 0,016$ м). 4. Сопловая решетка с суживающимися каналами при начальном давлении газа $p_0 = 15,7$ МПа и противодавлении $p_x = 12,75$ МПа пропускает расход $G = 17,45$ кг/с 5. Каков будет расход газа G_x через решетку, если при постоянных начальных параметрах давление за решеткой снизить до $P_{i j} = 7,36$ МПа? Показатель изоэнтропы газа $\kappa = 1,3$

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-4. КМ-4 «Высотно-скоростная характеристика ТРД»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
---	------------------------------

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: уметь проводить анализ и выбор и согласование параметров основных узлов ГТД и ГТУ	1.Как зависят основные параметры ТРД от скорости полета при однопараметрическом законе регулирования $n = \text{const}$ 2.Для каких параметров следует дать ограничения при расчете характеристик ТРД?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

8 семестр

КМ-5. КМ-5

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку знаний по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: знать конструкцию основных узлов ТРД и ГТУ	1.Запишите уравнение для адиабатической работы газовой турбины. 2.Какое и почему взаимное положение зависимостей T^* , T по тракту ТРД?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. КМ-6

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку знаний по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы расчета основных узлов и деталей ГТД и ГТУ	1.Конструкция крепления рабочих лопаток компрессора к дискам. Сравнить конструкцию роторов дискового и барабанного типов 2.Построить и пояснить треугольник скоростей в лопатках рабочего колеса и спрямляющего аппарата 3.Пояснить принцип работы элементарной ступени компрессора. Уравнение работы сжатия

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-7. КМ-7

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: уметь проводить анализ параметров основных узлов ГТД и ГТУ	1.Найти площадь минимального ФМНН и выходного сечений решетки расширяющихся сопл, если известны параметры торможения газа перед ней $p_0 = 1,00$ МПа, $T_0 = 300$ °С и расчетное давление за ней $P_i = 0,25$ МПа. Расход перегретого пара $G = 2,0$ кг/с. Коэффициент расхода - 0,985 2.Сопловая решетка с суживающимися каналами при начальном давлении газа $p_0 = 15,7$ МПа и противодавлении $p_x = 12,75$ МПа пропускает расход $G = 17,45$ кг/с

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-8. КМ-8

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить гидравлический расчет ТРД и ГТУ	1.Изложите метод расчета характеристик однофазного ТРД по заданным характеристикам его узлов. 2.Для каких параметров следует дать ограничения при расчете характеристик ТРД?

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	3. Как зависят основные параметры ТРД от скорости полета при однопараметрическом законе регулирования $n = \text{const}$

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

Для курсового проекта/работы

8 семестр

I. Описание КП/КР

Курсовая работа состоит из введения, теоретической главы, расчетно-практической главы, заключения, списка литературы. В курсовой работе студенты проводят: исследование рабочего процесса турбореактивного двигателя; выполняют расчет параметров рабочего процесса ТРД, рассчитывают размеры проточной части, строят графики изменения основных параметров двигателя по длине проточной части, проводят анализ изменения параметров рабочего процесса ТРД, рассчитывают скоростную характеристику ТРД

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Тема 1. Исследование рабочего процесса и построение скоростной характеристики двигателя АЛ-21Ф (ТРДФ), фирма «Людья-Сатурн», двигатель 3-го поколения, устанавливался на самолеты Су-17М, Су-24, МиГ-23Б. $P_{взл} = 8900 \text{ кгс}$ $\pi_{к*} = 12,7$ $T_{г*} = 1263 \text{ К}$; $\text{Суд} = 0,88 \text{ кг/(кгс ч)}$; $G_v = 88,5 \text{ кг/с}$.

Задание 1.

1. Термогазодинамический расчет ТРД на расчетном режиме.
2. В исходных данных характеристика компрессора задана в виде числового массива. По этим данным строится характеристика компрессора. На характеристику наносится линия «помпажа».
3. Расчет линии рабочих режимов ТРД на заданной характеристике компрессора. На характеристики наносится линия рабочих режимов ТРД при однопараметрическом законе регулирования $n = \text{const}$. Строятся графики изменения параметров вдоль линии

рабочих режимов при законе регулирования ТРД при однопараметрическом законе регулирования $n = \text{const}$ или двухпараметрическом законе $n = \text{const}$; $T^* = \text{const}$:

4. Рассчитывается скоростная характеристика ТРД при заданном законе регулирования и при заданном значении высоты полета H в заданном диапазоне скоростей полета.
5. Строятся графики изменения тяги P , удельной тяги $P_{уд}$, удельного расхода топлива Суд от скорости полета $M_{п}$.
6. Для ТРД с однопараметрическим законом регулирования $n = \text{const}$ строится график изменения температуры газа перед турбиной $T_{г*}$ от скорости полета $M_{п}$.
7. Чертеж проточной части двигателя в масштабе с простановкой размеров основных узлов.

Тематика КП/КР:

Исследование рабочего процесса ТРД и построение скоростной характеристики

КМ-1. Соблюдение графика выполнения курсовой работы

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения задания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения задания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения задания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения задания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-2. Соблюдение графика выполнения курсовой работы и качества оформления курсовой работы

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения задания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения задания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения задания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1.

1. Факторы, влияющие на габаритные размеры турбомашин (компрессоров и турбин).
2. Виды газовых турбин и особенности их рабочего процесса.
3. Найти площадь минимального ФМНН и выходного сечений решетки расширяющихся сопел, если известны параметры торможения газа перед ней $p_0 = 1,00$ МПа, $T_0 = 300$ °С и расчетное давление за ней $P_i = 0,25$ МПа. Расход перегретого пара $G = 2,0$ кг/с. Коэффициент расхода - 0,985

Процедура проведения

Проводится в устной форме, включает теоретические вопросы и задание. К зачету допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы, задания

1. Факторы, влияющие на габаритные размеры турбомашин (компрессоров и турбин).
2. Виды компрессоров и особенности их рабочего процесса.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Цикл ГТД состоит

Ответы:

1. из двух адиабатных и двух изотермических
2. из двух адиабатных и двух изобарных
3. из двух адиабатных и двух изохорных
4. из двух изотермических и двух изобарных

Верный ответ: 2

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы, задания

1. Энергетические характеристики лопастных (центробежного и осевого) компрессоров. Основные виды потерь в компрессорах.
2. Подходы к оптимизации степени сжатия рабочей среды в компрессоре.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. При увеличении скорости истечения газа давление и температура

Ответы:

1. Давление и температура увеличивается
2. Давление и температура уменьшается
3. Давление увеличивается а температура уменьшается

4. Давление уменьшается а температура увеличивается

Верный ответ: 2

3. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-1} Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы, задания

1. Формы проточной части осевых компрессоров, их достоинства и недостатки.

Назначение входного направляющего аппарата.

2. Геометрические особенности ступеней осевого компрессора. Треугольники скоростей для ступеней осевого компрессора Факторы, влияющие на количество ступеней осевого компрессора.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. На эффективность силовой установки не влияет:

Ответы:

1. удельная тяга
2. удельная масса
3. удельный расход топлива
4. удельный вес топлива

Верный ответ: 4

2. Что означает показатель π_t в турбине

Ответы:

1. Разность давления в турбине
2. Степень понижения давления в турбине
3. Перепад давления в турбине
4. Степень повышения давления в турбине

Верный ответ: 2

3. Профилирование лопаток нужно для

Ответы:

1. Повысить адиабатную работу
2. Увеличение окружной скорости
3. Уменьшить потерь и улучшить передачу энергии
3. Для охлаждения двигателя

Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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 зачетной составляющих.

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Последовательность формирования облика камеры сгорания
2. Требования, предъявляемые к системам охлаждения газовых турбин. Способы охлаждения корпуса, подшипников и ротора газовой турбины
3. Определить площадь рабочей решетки F2, ее высоту l2 и число лопаток для промежуточной ступени газовой турбины, подобрать соответствующий тип решетки и найти коэффициент скорости на среднем диаметре. Задано: расход газа $G = 270,0 \text{ кг/с}$, средний диаметр по рабочим лопаткам $d2 = 1,920 \text{ м}$, углы входа $= 52,3^\circ$ и выхода $02\varepsilon = 28,3^\circ$; параметры газа за ступенью (по изоэнтропе) $p2 = 0,278 \text{ МПа}$ и $T2t = 900 \text{ К}$; скорость выхода $w2t = 365,1 \text{ м/с}$; газовая постоянная $R = 289,7 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$; $(\kappa - 1)/\kappa = 0,233$. Толщину выходной кромки принять $\text{delcr} = 3,8 \text{ мм}$, хорду профиля $B2 = 0,120 \text{ м}$.

Процедура проведения

Проводится в устной форме, включает теоретические вопросы и задание. К зачету допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-1 Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы, задания

1. Последовательность расчета теплового состояния камеры сгорания
2. Найти площадь минимального FMНН и выходного сечений решетки расширяющихся сопел, если известны параметры торможения газа перед ней $p0 = 1,00 \text{ МПа}$, $T0 = 300^\circ \text{С}$ и расчетное давление за ней $Pi = 0,25 \text{ МПа}$. Расход перегретого пара $G = 2,0 \text{ кг/с}$. Коэффициент расхода - 0,985.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Профилирование лопаток нужно для
Ответы:
1. Повысить адиабатную работу
2. Увеличение окружной скорости
3. Уменьшить потерь и улучшить передачу энергии
3. Для охлаждения двигателя
Верный ответ: 1

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы, задания

1. Подходы к оптимизации степени сжатия рабочей среды в компрессоре.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что означает показатель π_T в турбине

Ответы:

1. Разность давления в турбине
2. Степень понижения давления в турбине
3. Перепад давления в турбине
4. Степень повышения давления в турбине

Верный ответ: 2

3. Компетенция/Индикатор: ИД-4ПК-1 Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы, задания

1. Функция, требования и принцип работы камеры сгорания ГТУ
2. Уравнение теплового баланса для камеры сгорания. Факторы, влияющие на величину коэффициента избытка воздуха в камере сгорания

Материалы для проверки остаточных знаний

1. На эффективность силовой установки не влияет:

Ответы:

1. удельная тяга
2. удельная масса
3. удельный расход топлива
4. удельный вес топлива

Верный ответ: 4

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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 зачетной составляющих.

Для курсового проекта/работы:

8 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Студент делает краткое сообщение продолжительностью до 15 минут, в котором в сжатой форме обосновывает актуальность темы исследования, цель и задачи исследования, излагает основное содержание работы по разделам, результаты исследования и выводы, обосновывает практическую и / или научную значимость работы. Доклад должен сопровождаться иллюстративным материалом (например, мультимедийной презентацией). Преподаватель организует обсуждение, порядок которого предусматривает ответы студента на вопросы присутствующих на защите.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».