

**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: Инновационные технологии в теплоэнергетике и теплотехнике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Испытания газотурбинных двигателей**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Милюков И.А.
	Идентификатор	R4a280e9c-MiliukovIA-621c67c1

И.А.
Милюков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Соколов В.П.
	Идентификатор	R928a03a7-SokolovVPet-4d1c67c1

В.П.
Соколов

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 осуществлять физическое и математическое моделирование физико-механических процессов, в том числе с применением прикладного программного обеспечения

ИД-2 Проводит моделирование физических процессов в натурных и масштабных условиях

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 «Назначение и виды испытаний. Подготовка ГТУ к испытаниям» (Контрольная работа)

2. КМ-2 «Измерительная аппаратура и приборы испытательных станций» (Контрольная работа)

3. КМ-3 «Технологические системы испытательных стендов» (Контрольная работа)

4. КМ-4 «Испытания, имитирующие условия эксплуатации ГТУ» (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Введение					
Испытания газотурбинных установок (ГТУ), как метод оценки надежности их конструкции и качества изготовления	+				
Особенности, цели и задачи научно-исследовательских, опытных и заводских испытаний	+				
Подготовка ГТУ к испытаниям					
Порядок приемки ГТУ на испытательной станции	+				
Схема препарирования ГТУ	+				
Измерительная аппаратура и приборы испытательных станций					
Основные требования, предъявляемые к измерительной аппаратуре испытательных станций			+		

Приборы и устройства для измерения		+		
Помещения испытательных станций. Испытательное оборудование				
Состав помещений испытательной станции		+		
Требования к строительной конструкции бокса		+		
Особенности ГТУ как объекта испытаний		+		
Технологические системы испытательных стендов				
Назначение технологических систем испытательных стендов			+	
Измерение расхода топлива. Система подачи воздуха на вход ГТУ. Измерение расхода воздуха			+	
Испытания ГТУ, имитирующие условия эксплуатации				
Внешние воздействия на ГТУ во время эксплуатации				+
Способы и оборудование для создания этих условий при испытаниях				+
Автоматизация испытаний ГТУ				
Основные задачи и направления автоматизации испытаний				+
Структурные схемы автоматизированных систем испытаний				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$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-1	ИД-2ПК-1 Проводит моделирование физических процессов в натурных и масштабных условиях	Знать: назначение, виды, цели, задачи и особенности испытаний ГТУ основное испытательное оборудование, измерительное оборудование и приборы испытательных стендов Уметь: осуществлять обоснованный выбор измерительного оборудования осуществлять обоснованный выбор оборудования для проведения испытаний	КМ-1 «Назначение и виды испытаний. Подготовка ГТУ к испытаниям» (Контрольная работа) КМ-2 «Измерительная аппаратура и приборы испытательных станций» (Контрольная работа) КМ-3 «Технологические системы испытательных стендов» (Контрольная работа) КМ-4 «Испытания, имитирующие условия эксплуатации ГТУ» (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1 «Назначение и виды испытаний. Подготовка ГТУ к испытаниям»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает задание и отвечает письменно, согласно номеру (варианту) индивидуального задания

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на умение применять полученные знания для решения задач и на знание теории по данному разделу

Контрольные вопросы/задания:

Знать: назначение, виды, цели, задачи и особенности испытаний ГТУ	1. Работа ориентирована на умение применять полученные знания для решения задач и на знание теории по данному разделу 2. Выполнить сравнительный анализ научно-исследовательских и заводских испытаний ГТУ (цели; задачи; этап жизненного цикла изделия, на котором проводятся испытания; использование полученных результатов). 3. Обосновать необходимость проведения климатических испытаний ГТУ, сформулировать их цели и задачи, предложить методы имитации климатических условий. 4. Перечислить и дать краткое описание мероприятий, выполняемых в процессе подготовки ГТУ к испытаниям.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

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 "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. КМ-2 «Измерительная аппаратура и приборы испытательных станций»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает задание и отвечает письменно, согласно номеру (варианту) индивидуального задания

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на умение применять полученные знания для решения задач и на знание теории по данному разделу

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основное испытательное оборудование, измерительное оборудование и приборы испытательных стендов	1.Сформулировать основные особенности измерения рабочих параметров ГТУ при проведении испытаний и требования, предъявляемые к измерительным приборам. С помощью каких устройств эти требования обеспечиваются в конструкциях измерительных приборов. 2.Какие виды первичных электрических преобразователей применяются в измерительных устройствах при проведении испытаний ГТУ. Дать их краткое описание и пояснить принцип работы. 3.Какие виды первичных электрических преобразователей используются в устройствах для измерения температуры и давления. Дайте их краткое описание. 4.Какие виды первичных электрических преобразователей используются в устройствах для измерения расхода жидкостей и газов, механической силы.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

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 преимущественно не выполнено

КМ-3. КМ-3 «Технологические системы испытательных стендов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает задание и отвечает письменно, согласно номеру (варианту) индивидуального задания

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на умение применять полученные знания для решения задач и на знание теории по данному разделу

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: осуществлять обоснованный выбор оборудования для проведения испытаний	1.Перечислить основные технологические системы испытательных стендов; дать их краткие характеристики (назначение, состав оборудования, конструктивные схемы, решаемые задачи). 2.Назначение топливной системы испытательного стенда. Требования, предъявляемые к топливной системе. Типовая схема топливной системы и характеристика ее элементов. 3.Система подогрева воздуха на входе в ГТУ. Ее назначения, краткое описание способов подогрева воздуха, типовое оборудование системы. 4.Система охлаждения воздуха на входе в ГТУ. Ее назначения, краткое описание способов охлаждения воздуха, типовое оборудование системы.
--	---

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 «Испытания, имитирующие условия эксплуатации ГТУ»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает задание и отвечает письменно, согласно номеру (варианту) индивидуального задания

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на умение применять полученные знания для решения задач и на знание теории по данному разделу

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: осуществлять обоснованный выбор измерительного оборудования	1.Перечислить все виды климатических воздействий на ГТУ в процессе ее эксплуатации и указать на какие рабочие параметры ГТУ они оказывают
--	---

	влияние. 2.Какими способами, с помощью каких систем и оборудования имитируются климатические параметры в процессе испытаний ГТД. Дать их краткое описание. 3. Испытание ГТД на способность локализовать повреждения внутри своей конструкции. 4. Испытания по определению запасов газодинамической устойчивости работы ГТД. Назначение, цель и задачи испытаний. Анализ методов экспериментального определения запасов газодинамической устойчивости.
--	--

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1

1. Испытания ГТУ, как метод оценки надежности и качества изготовления.
2. Датчики для измерения вибрации.
3. Какую функцию выполняют первичные электрические преобразователи (датчики) в измерительных системах испытательных стендов?

Процедура проведения

Экзамен 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-2ПК-1 Проводит моделирование физических процессов в натурных и масштабных условиях

Вопросы, задания

1. Испытания ГТУ, как метод оценки надежности и качества изготовления
2. Назначение испытаний, их виды и особенности проведения
3. Испытания ГТУ с имитацией климатических условий эксплуатации
4. Подготовка ГТУ к испытаниям. Препарирование ГТУ перед испытаниями
5. Помещения испытательных станций. Требования, предъявляемые к ним
6. Основные компоновки испытательных боксов, их особенности
7. Основные технологические системы испытательных стендов. Топливная система; требования, предъявляемые к ней
8. Испытательные станки для испытаний ГТУ, их основные элементы и системы
9. Измерительные приборы испытательных станций и основные требования, предъявляемые к ним
10. Датчики для измерения вибрации
11. Основные виды электрических преобразователей, используемых в измерительных системах испытательных станций
12. Длительные заводские испытания ГТУ. Особенности их проведения
13. Приведение основных параметров рабочего процесса ГТУ к САУ (стандартным атмосферным условиям)
14. Назначение и особенности научно-исследовательских и опытных испытаний ГТУ
15. Измерительные приборы для измерения температуры, применяемые при испытаниях ГТУ
16. Ускоренные эквивалентные испытания ГТУ, особенности их проведения
17. Приборы для измерения давления, применяемые на испытательных станциях
18. Особенности и направления автоматизации испытаний ГТУ
19. Приборы для измерения вибраций и колебаний, применяемые на испытательных станциях
20. Заводские испытания ГТУ. Их задачи и особенности проведения

Материалы для проверки остаточных знаний

1. С какой целью проводятся испытания авиационных двигателей с имитацией климатических воздействий?

Ответы:

- 1) Проверить работоспособность ГТУ.
- 2) Определить влияние климатических параметров на параметры рабочего процесса ГТУ.
- 3) Определить влияние климатических воздействия на выходную мощность ГТУ.
- 4) Определить влияние климатических параметров на прочность элементов ГТУ.

Верный ответ: 2

2. Какие внешние воздействия на ГТУ создаются при испытаниях с имитацией климатических условий? (указать все правильные ответы)

Ответы:

- 1) Дождь, град, снег.
- 2) Температура воздуха.
- 3) Сильные порывы ветра.
- 4) Атмосферное давление воздуха.
- 5) Влажность воздуха.
- 6) Атмосферное электричество.

Верный ответ: 2, 4, 5

3. К какому виду испытаний ГТУ относятся кратковременные испытания?

Ответы:

- 1) Заводские испытания.
- 2) Опытные.
- 3) Научно-исследовательские.

Верный ответ: 1

4. К какому виду испытаний относятся государственные испытания ГТУ?

Ответы:

- 1) Заводские.
- 2) Опытные.
- 3) Научно-исследовательские.

Верный ответ: 2

5. Какова основная цель заводских испытаний газотурбинной установки?

Ответы:

- 1) Исследовать перспективные конструктивные варианты ГТУ, обеспечивающие термодинамическое и эксплуатационное совершенство.
- 2) Проверить качество изготовления ГТУ.
- 3) Выполнить доводку нового образца ГТУ.

Верный ответ: 2

6. Какую функцию выполняют первичные электрические преобразователи (датчики) в измерительных системах испытательных стендов?

Ответы:

- 1) Повышают точность измерения.
- 2) Уменьшают фоновое значение измеряемого параметра.
- 3) Преобразуют величину физического параметра в электрический сигнал.
- 4) Увеличивают диапазон измеряемого параметра.

Верный ответ: 3

7. Какой параметр ГТУ измеряется при тензометрировании?

Ответы:

- 1) Температура.
- 2) Деформация.
- 3) Давление газа

4) Давление жидкости.

5) механическая сила.

Верный ответ: 2

8. Какой параметр ГТУ измеряется при термометрировании?

Ответы:

1) Давление рабочей среды.

2) Деформация.

3) Температура.

4) Давление жидкости.

5) Вибрация.

Верный ответ: 3

9. Какие свойства электропроводников используются в тензодатчике?

Ответы:

1) Изменение омического сопротивления при изменении температуры.

2) Изменение омического сопротивления при деформации.

3) Изменение омического сопротивления при изменении давления.

4) Изменение электрической емкости при изменении температуры.

5) Изменение электрической емкости при деформации.

6) Изменение электрической емкости при изменении давления.

Верный ответ: 2

10. Какое свойство электропроводников используется в термопаре для измерения температуры?

Ответы:

1) Удлиняться при повышении температуры.

2) Увеличивать диапазон измерения температуры.

3) Создавать термо-ЭДС.

4) Изменять омическое сопротивление при воздействии температуры.

Верный ответ: 3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2

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 и экзаменационной составляющих