



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
Чичирова Н.Д.

« 28 » октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность энергетических установок и их элементов

Направление подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Направленность (профиль) 13.04.03 Паровые и газовые турбины

Квалификация

магистр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО -
тратура по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение
аз Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 149)

Программу разработал:

доцент, к.т.н.

 Осипов Б. М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Энергетическое
ностроение, протокол № 4 от 23.10.2020г.

Зав. кафедрой Мингалеева Г.Р.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры
етическое машиностроение, протокол № 4 от 23.10.2020г.

Зав. кафедрой Мингалеева Г.Р.



Программа одобрена на заседании методического совета института
энергетики № 7/20 от 27.10.2020

Зам. директора института Теплоэнергетики

 Власов С.М.

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики
протокол № 07/20 от 27.10.2020 г.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины "Надежность энергетических установок и их элементов" является формирование знаний связанных с подготовкой студентов в завершающей инженерное образование области производства и эксплуатации газотурбинных двигателей и энергетических установок.

Задачами изучения дисциплины "Надежность энергетических установок и их элементов" научить студентов теоретическим основам надежности, методологии определения надежности ГТУ, как вероятностной величины, методологии и организации исследовательских, опытных и заводских испытаний серийных газотурбинных двигателей и энергетических установок с целью определения конкретных параметров надежности элементов и узлов ГТУ.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
ПК-2 Способен использовать современные достижения науки и передовых технологий в исследовании паровых и газовых турбин	ПК-2.1 Характеризует теоретические и экспериментальные методы научных исследований по созданию (совершенствованию, модернизации) паровых и газовых турбин	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none">- порядок организации и проведения испытаний энергетических установок и их элементов <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none">- анализировать результаты испытаний и получать зависимости показателей надежности и эффективности энергетических установок и их элементов при изменении условий их работы <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none">- навыками проведения научных исследований с целью повышения надежности энергетических установок и их элементов

<p>ПК-1 Способность участвовать в эксплуатации паровых и газовых турбин</p>	<p>ПК-1.1 Анализирует режимы и условия работы паровых и газовых турбин</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - виды испытаний энергетических установок и двигателей; -показатели надежности энергетических установок и их элементов <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - составлять программы испытаний энергетических установок и их элементов - анализировать результаты испытаний энергетических установок и их элементов <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -методиками проведения испытаний энергетических установок и их элементов
<p>ПК-2 Способен использовать современные достижения науки и передовых технологий в исследовании паровых и газовых турбин</p>	<p>ПК-2.2 Применяет методы моделирования эксплуатационных характеристик и производит расчет надежности паровых и газовых турбин с использованием средств автоматизации расчетов</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методики расчета надежности паровых и газовых турбин <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать средства автоматизации расчетов для получения зависимостей показателей надежности и эффективности энергетических установок и их элементов <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками подготовки исходных данных для работы средств автоматизации расчетов; -навыками создания алгоритмов для проведения расчетов показателей надежности и эффективности газотурбинных установок

<p>ПК-1 Способность участвовать в эксплуатации паровых и газовых турбин</p>	<p>ПК-1.2 Оценивает техническое состояние и остаточный ресурс паровых и газовых турбин, демонстрирует порядок проведения профилактических осмотров и текущего ремонта паровых и газовых турбин</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методы оценки технического состояния и остаточного ресурса энергетических установок и их элементов; - способы повышения надежности энергетических установок и их элементов; - способы предотвращения аварий энергетических паровых и газовых турбин <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - определять показатели надежности энергетических установок и их элементов <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками оценки технического состояния и остаточного ресурса энергетических установок и их элементов.
<p>ПК-2 Способен использовать современные достижения науки и передовых технологий в исследовании паровых и газовых турбин</p>	<p>ПК-2.2 Применяет методы моделирования эксплуатационных характеристик и производит расчет надежности паровых и газовых турбин с использованием средств автоматизации расчетов</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методики расчета надежности паровых и газовых турбин <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать средства автоматизации расчетов для получения зависимостей показателей надежности и эффективности энергетических установок и их элементов <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками подготовки исходных данных для работы средств автоматизации расчетов; - навыками создания алгоритмов для проведения расчетов показателей надежности и эффективности газотурбинных установок

ПК-1 Способность участвовать в эксплуатации паровых и газовых турбин	ПК-1.3 Использует методы и технические средства для измерения основных параметров паровых и газовых турбин	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методы и технические средства для проведения испытаний энергетических установок и их элементов <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять основные методы и технические средства измерения при проведении испытаний паровых и газовых турбин; - использовать результаты измерений основных параметров энергетических машин и установок для повышения их надежности <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками измерения основных параметров энергетических установок и их элементов, определяющих их надежность.
----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Надежность энергетических установок и их элементов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение. Для освоения дисциплины обучающийся должен: должен освоить следующие предшествующие дисциплины:

Кодкомпетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-1	Математические методы моделирования и прогнозирования Техногенная безопасность	
ПК-1		Математическое моделирование эксплуатационных характеристик энергетических установок
ПК-1	Конструкция элементов газотурбинных установок Организация эксплуатационной деятельности САПР ГТУ	
ПК-2	Конструкция элементов газотурбинных установок Организация эксплуатационной деятельности САПР ГТУ	
ПК-2		Эксплуатационные характеристики энергетических машин и установок Математическое моделирование эксплуатационных характеристик энергетических установок

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 44 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 16 часов

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	29	29
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Практические занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	44	44
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС							Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / Семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	<i>подготовка к промежуточной аттестации</i>					
Раздел 1. Введение. Надежность, ее определение и комплексные характеристики надежности.													
1. Введение. Надежность, ее определение и комплексные характеристики надежности.	3	1							1	ПК-1.1 -З1, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -З1, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -З1, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -З1, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -З1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л.2.1, Л.2.2		5

<p>2. Вероятностно-статистические и инженерные методы в задачах надежности. Надежность и экономическая эффективность.</p>	3	1									1	<p>ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -31</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	--	--	---

<p>3. Метод физической надежности. Математическая модель взаимосвязи надежности и эксплуатационной безопасности ГТУ.</p>	3	1									1	<p>ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -31</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	--	--	---

<p>4. Моделирование изменения характеристик надежности по времени наработки. Определение характеристик надежности ГТУ.</p>	3	1									1	<p>ПК-2.2 -В1, ПК-2.2 -У1, ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -31</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	--	--	---

<p>5. Испытания по проверке надежности ГТУ. Определение характеристик надежности ГТУ по результатам испытания и в эксплуатации.</p>	3	1									1	<p>ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -31, ПК-2.2 -У1, ПК-2.2 -В1</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	--	--	---

<p>6. Анализ надежности ГТУ на основе математического моделирования.</p>	3	1									1	<p>ПК-2.2 -В1, ПК-2.2 -У1, ПК-2.2 -З1, ПК-1.1 -З1, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -З1, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -З1, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -З1, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5
--------------------------------------------------------------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	--	--	---

<p>7. Обеспечение показателей надежности ГТУ на стадии производства.</p>	3	1									1	<p>ПК-1.3 -В1, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -31, ПК-1.2 -В1, ПК-1.2 -У1, ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -31, ПК-2.2 -31</p>	<p>Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л.2.1, Л.2.2</p>			5
--------------------------------------------------------------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	--	--	---

8. Обеспечение показателей надежности ГТУ в процессе эксплуатации.	3	1									1	ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -31, ПК-2.2 -У1, ПК-2.2 -В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5
--------------------------------------------------------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	--	--	---

Раздел 2. Комплексные характеристики надежности.

9. Комплексные характеристики надежности.	3	2									2	ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -В1, ПК-1.1 -З1, ПК-1.1 -У1, ПК-2.1 -З1, ПК-2.1 -У1, ПК-1.2 -З1, ПК-1.2 -У1, ПК-1.3 -З1, ПК-1.3 -У1, ПК-2.2 -З1	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5	
Раздел 3. Вероятностно-статистические и инженерные методы в задачах надежности.																	

10. Вероятностно-статистические и инженерные методы в задачах надежности.	3	2								2	ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -В1, ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-2.2 -31	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5
Раздел 4. Надежность и экономическая эффективность.															

11. Надежность и экономическая эффективность.	3		2								2	ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -В1, ПК-1.1 -З1, ПК-1.1 -У1, ПК-2.1 -З1, ПК-2.1 -У1, ПК-1.2 -З1, ПК-1.2 -У1, ПК-1.3 -З1, ПК-1.3 -У1, ПК-2.2 -З1	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5
-----------------------------------------------	---	--	---	--	--	--	--	--	--	--	---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	--	--	---

Раздел 5. Метод физической надежности.

12. Метод физической надежности.	3	2									2	ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -В1, ПК-1.1 -З1, ПК-1.1 -У1, ПК-2.1 -З1, ПК-2.1 -У1, ПК-1.2 -З1, ПК-1.2 -У1, ПК-1.3 -З1, ПК-1.3 -У1, ПК-2.2 -З1	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5	
Раздел 6. Математическая модель взаимосвязи надежности и эксплуатационной безопасности ГТУ. Моделирование изменения характеристик надежности по времени наработки.																	

<p>13. Математическая модель взаимосвязи надежности и эксплуатационной безопасности ГТУ. Моделирование изменения характеристик надежности по времени наработки.</p>	3	2						2	ПК-1. 1 -В1, ПК-2. 1 -В1, ПК-1. 2 -В1, ПК-1. 3 -В1, ПК-2. 2 -В1, ПК-1. 1 -З1, ПК-1. 1 -У1, ПК-2. 1 -З1, ПК-2. 1 -У1, ПК-1. 2 -З1, ПК-1. 2 -У1, ПК-1. 3 -З1, ПК-1. 3 -У1, ПК-2. 2 -З1	Л1.1 , Л1.2 , Л1.3	5	
Раздел 7. Определение характеристик надежности ГТУ.												

14. Определение характеристик надежности ГТУ.	3	2									2	ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -В1, ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-2.2 -31	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5
-----------------------------------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	--	--	---

Раздел 8. Испытания по проверке надежности ГТУ.

15. Испытания по проверке надежности ГТУ.	3		2								2	ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -В1, ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-2.2 -31	Л1.1, Л1.2, Л1.3		5
-------------------------------------------	---	--	---	--	--	--	--	--	--	--	---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	--	---

Раздел 9. Определение характеристик надежности ГТУ по результатам испытания и в эксплуатации.

<p>16. Определение характеристик надежности ГТУ по результатам испытания и в эксплуатации.</p>	3		2								2	<p>ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -В1, ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-2.2 -31</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5	
<p>Раздел 10. Консультации</p>																	

17. Консультации	3										2	ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -31, ПК-2.2 -У1, ПК-2.2 -В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5	
Раздел 11. КСР																	

18. КСР	3					2				2	ПК-1.1 -31, ПК-2.1 -31, ПК-1.2 -31, ПК-1.3 -31, ПК-2.2 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3		5
Раздел 12. Сам. работа														

19. Сам. работа	3					44				44	ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -31, ПК-2.2 -У1, ПК-2.2 -В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3		5
Раздел 13. Контактные часы во время аттестации														

20. Контактные часы во время аттестации	3								1	1	ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1, ПК-2.2 -31	Л1.1, Л1.2, Л1.3			5
ИТОГО		8	16			44	2	35	1	108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Введение. Надежность, ее определение и комплексные характеристики надежности.	1
2	Вероятностно-статистические и инженерные методы в задачах надежности. Надежность и экономическая эффективность.	1
3	Метод физической надежности. Математическая модель взаимосвязи надежности и эксплуатационной безопасности ГТУ.	1
4	Моделирование изменения характеристик надежности по времени наработки. Определение характеристик надежности ГТУ.	1
5	Испытания по проверке надежности ГТУ. Определение характеристик надежности ГТУ по результатам испытания и в эксплуатации.	1
6	Анализ надежности ГТУ на основе математического моделирования.	1

7	Обеспечение показателей надежности ГТУ на стадии производства.	1
8	Обеспечение показателей надежности ГТУ в процессе эксплуатации.	1
Всего		8

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Надежность, ее определение и комплексные характеристики надежности.	2
2	Вероятностно-статистические и инженерные методы в задачах надежности.	2
3	Надежность и экономическая эффективность.	2
4	Метод физической надежности.	2
5	Математическая модель взаимосвязи надежности и эксплуатационной безопасности ГТУ.	2
6	Моделирование изменения характеристик надежности по времени наработки.	2
7	Определение характеристик надежности ГТУ.	2
8	Испытания по проверке надежности ГТУ.	2
Всего		16

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	Надежность, ее определение и комплексные характеристики надежности.	4
2	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	Вероятностно-статистические и инженерные методы в задачах надежности.	4
3	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	Надежность и экономическая эффективность.	4

4	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	Метод физической надежности.	4
5	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	Математическая модель взаимосвязи надежности и эксплуатационной безопасности ГТУ.	4
6	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	Моделирование изменения характеристик надежности по времени наработки.	8
7	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	Определение характеристик надежности ГТУ.	8
8	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	Испытания по проверке надежности ГТУ.	8
Всего			44

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Надежность энергетических установок и их элементов» по образовательной программе «Паровые и газовые турбины» направления подготовки магистров 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В процессе обучения используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle, URL: <http://lms.kgeu.ru/>;

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. Оценка результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	незачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

<p style="text-align: center;">Характеристика сформированности компетенции (индикатора)</p>	<p>Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных)</p>	<p>Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практи-</p>	<p>Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения</p>	<p>Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

достижения компетенции)	задач	ческих (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	стандартных практических (профессиональных) задач	решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Нижесреднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Нижесреднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		незачтено	
ПК-1	ПК-1.1	Знать				
		<p>Знает:</p> <p>- виды испытаний энергетических установок и двигателей;</p> <p>- показатели надежности энергетических установок и их элементов</p>	<p>Знает в полном объеме:</p> <p>- виды испытаний энергетических установок и двигателей;</p> <p>- показатели надежности энергетических установок и их элементов</p>	<p>Знает в достаточном объеме:</p> <p>- виды испытаний энергетических установок и двигателей;</p> <p>- показатели надежности энергетических установок и их элементов</p>	<p>Знает в недостаточном объеме:</p> <p>- виды испытаний энергетических установок и двигателей;</p> <p>- показатели надежности энергетических установок и их элементов</p>	<p>Не знает:</p> <p>- виды испытаний энергетических установок и двигателей;</p> <p>- показатели надежности энергетических установок и их элементов</p>
Уметь						

		<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять показатели надежности энергетических установок и их элементов 	<p>Умеет в полном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять показатели надежности энергетических установок и их элементов 	<p>Умеет в достаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять показатели надежности энергетических установок и их элементов 	<p>Умеет в недостаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять показатели надежности энергетических установок и их элементов 	<p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять показатели надежности энергетических установок и их элементов
		Владеть				
	ПК-1.3	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками оценки технического состояния и остаточного ресурса энергетических установок и их элементов. 	<p>Владеет в полном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками оценки технического состояния и остаточного ресурса энергетических установок и их элементов. 	<p>Владеет в достаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками оценки технического состояния и остаточного ресурса энергетических установок и их элементов. 	<p>Владеет в недостаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками оценки технического состояния и остаточного ресурса энергетических установок и их элементов. 	<p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками оценки технического состояния и остаточного ресурса энергетических установок и их элементов.
		Знать				
ПК-1.3	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы и средства для проведения испытаний энергетических установок и их элементов 	<p>Знает в полном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы и средства для проведения испытаний энергетических установок и их элементов 	<p>Знает в достаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы и средства для проведения испытаний энергетических установок и их элементов 	<p>Знает в недостаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы и средства для проведения испытаний энергетических установок и их элементов 	<p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы и средства для проведения испытаний энергетических установок и их элементов 	
	Уметь					

		<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять основные методы и технические средства измерения при проведении испытаний паровых и газовых турбин; - использовать результаты измерений основных параметров энергетических машин и установок для повышения их надежности 	<p>Умеет в полном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять основные методы и технические средства измерения при проведении испытаний паровых и газовых турбин; - использовать результаты измерений основных параметров энергетически х машин и установок для повышения их надежности 	<p>Умеет в достаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять основные методы и технические средства измерения при проведении испытаний паровых и газовых турбин; - использовать результаты измерений основных параметров энергетически х машин и установок для повышения их надежности 	<p>Умеет в недостаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять основные методы и технические средства измерения при проведении испытаний паровых и газовых турбин; - использовать результаты измерений основных параметров энергетически х машин и установок для повышения их надежности 	<p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять основные методы и технические средства измерения при проведении испытаний паровых и газовых турбин; - использовать результаты измерений основных параметров энергетически х машин и установок для повышения их надежности
Владеть						
		<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками измерения основных параметров энергетических установок и их элементов, определяющих их надежность. 	<p>Владеет в полном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками измерения основных параметров энергетически х установок и их элементов, определяющих их надежность. 	<p>Владеет в достаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками измерения основных параметров энергетически х установок и их элементов, определяющих их надежность. 	<p>Владеет в недостаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками измерения основных параметров энергетически х установок и их элементов, определяющих их надежность. 	<p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками измерения основных параметров энергетически х установок и их элементов, определяющих их надежность.
ПК-2	ПК-2.1	Знать				
		<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - порядок организации и проведения испытаний энергетических установок и их элементов 	<p>Знает в полном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - порядок организации и проведения испытаний энергетически х установок и их элементов 	<p>Знает в достаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - порядок организации и проведения испытаний энергетически х установок и их элементов 	<p>Знает в недостаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - порядок организации и проведения испытаний энергетически х установок и их элементов 	<p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - порядок организации и проведения испытаний энергетически х установок и их элементов
		Уметь				

		<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать результаты испытаний и получать зависимости показателей надежности и эффективности энергетических установок и их элементов при изменении условий их работы 	<p>Умеет в полном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать результаты испытаний и получать зависимости показателей надежности и эффективности энергетических установок и их элементов при изменении условий их работы 	<p>Умеет в достаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать результаты испытаний и получать зависимости показателей надежности и эффективности энергетических установок и их элементов при изменении условий их работы 	<p>Умеет в недостаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать результаты испытаний и получать зависимости показателей надежности и эффективности энергетических установок и их элементов при изменении условий их работы 	<p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать результаты испытаний и получать зависимости показателей надежности и эффективности энергетических установок и их элементов при изменении условий их работы
		Владеть				
		<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проведения научных исследований с целью повышения надежности энергетических установок и их элементов 	<p>Владеет в полном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проведения научных исследований с целью повышения надежности энергетических установок и их элементов 	<p>Владеет в достаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проведения научных исследований с целью повышения надежности энергетических установок и их элементов 	<p>Владеет в недостаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проведения научных исследований с целью повышения надежности энергетических установок и их элементов 	<p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проведения научных исследований с целью повышения надежности энергетических установок и их элементов
		Знать				
	ПК-2.2	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методики расчета надежности паровых и газовых турбин 	<p>Знает в полном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методики расчета надежности паровых и газовых турбин 	<p>Знает в достаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методики расчета надежности паровых и газовых турбин 	<p>Знает в недостаточном объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методики расчета надежности паровых и газовых турбин 	<p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методики расчета надежности паровых и газовых турбин
		Уметь				

	Умеет: - использовать средства автоматизации расчетов для получения зависимостей показателей надежности и	Умеет в полном объеме: - использовать средства автоматизации расчетов для получения зависимостей показателей надежности и эффективности энергетических установок и их элементов	Умеет в достаточном объеме: - использовать средства автоматизации расчетов для получения зависимостей показателей надежности и энергетическ	Умеет в недостаточном объеме: - использовать средства автоматизации расчетов для получения зависимостей показателей	Не умеет: - использовать средства автоматизации расчетов для получения зависимостей показателей надежности и эффективности энергетических установок и их элементов
Владеть					
	Владеет: - навыками подготовки исходных данных для работы средств автоматизации расчетов; - навыками создания алгоритмов для проведения расчетов показателей надежности и эффективности газотурбинных установок	Владеет в полном объеме: - навыками подготовки исходных данных для работы средств автоматизации расчетов; - навыками создания алгоритмов для проведения расчетов показателей надежности и эффективности газотурбинных установок	Владеет в достаточном объеме: - навыками подготовки исходных данных для работы средств автоматизации расчетов; - навыками создания алгоритмов для проведения расчетов показателей надежности и эффективности газотурбинных установок	Владеет в недостаточном объеме: - навыками подготовки исходных данных для работы средств автоматизации расчетов; - навыками создания алгоритмов для проведения расчетов	Не владеет: - навыками подготовки исходных данных для работы средств автоматизации расчетов; - навыками создания алгоритмов для проведения расчетов показателей надежности и эффективности газотурбинных установок

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ П / П	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Местоиздания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
---------	----------	--------------	---------------------------------------------	----------------------------	-------------	----------------------------	--------------------------------------

1	Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н.	Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций	Учебное пособие	М.: Издательс кий дом МЭИ	2009		9
2	Таймаров М.А.	Парогазовые и газотурбинные установки электростанций	учебное пособие по курсам "Парогенериру ющие устройства парогазовых установок, Камеры сгорания ГТУ и спецкотлы, Энергетически е машины и теплообменны е аппараты, Газотурбинные ,паротурбинны е установки и двигатели, Технология котло- и парогенератор остроения, Исследование и наладка паровых котлов	Казань: КГЭУ	2004		5
3	Гильфанов К.Х., Володин Ю.Г.	Теплотехническ ие измерения и приборы. Измерение расхода	учебное пособие по курсу "Управление, сертификация и инноватика"	Казань: КГЭУ	2005		4

Дополнительная литература

№ п/ п	Автор (ы)	Наиме- нование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательст во	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпля- ров в биб- лиотеке
1	Костюк А.Г., Фролов В.В., Булкин А.Е., Трухний А.Д., Костюк А.Г.	Паровые и газовые турбины для электро-станц ий	Учебник для вузов	М.:Издате льский дом МЭИ	2008		149

2	Трухний А.Д.	Парогазовые установки электростанций	Учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012772.html	1
---	--------------	--------------------------------------	-----------------	--------------------------	------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Журнал Contemporary Engineering Sciences	https://www.scilit.net/journal/420627
2	Каталог энергетического оборудования «Турбины и дизели»	http://www.turbine-diesel.ru/rus/catalog

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ П/П	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Общероссийский математический портал	1. http://e.kgeu.ru/Инструкция	http://www.mathnet.ru/
2	Scopus	2. http://nelbook.ru/	https://www.scopus.com
3	Техническая библиотека «Лань»	3. http://e.lanbook.com/	http://techlibrary.ru
4	eLIBRARY.RU	4. http://elibrary.ru	www.elibrary.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ П/П	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Гарант»	http://www.garant.ru/	http://www.garant.ru/

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ П/П	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное /свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	договор №21/2010 от 04.05.2010, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.
2	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
3	Браузер Chrome,	свободная лицензия	тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.
4	LMS Moodle	свободная лицензия, - бессрочно.	тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ П/П	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекции	Учебная аудитория	доска аудиторная, проектор, экран раздвижной, системный блок
2	Практические занятия	Учебная аудитория	доска аудиторная (2 шт.), компьютеры в комплекте с монитором (21 шт.), учебные плакаты с изображениями деталей и узлов

3	Экзамен	Учебная аудитория	доска аудиторная, проектор, экран раздвижной, системный блок
4	Самостоятельная работа студента	Помещение для проведения самостоятельной работы студентов	персональный компьютер (3 шт.), МФУ с функциями сканера, принтера и копира (2 шт.), видеопроектор переносной

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг

сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Структура дисциплины для заочной формы обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 17 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 4 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 8 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 83 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 4 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	17	17
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Практические занятия (Пр)	8	8
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	83	83
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	8	8

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20__ /20__
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

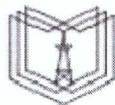
1. _____

2. _____

3. _____

*Указываются номера страниц, на которых
внесены изменения,
и кратко дается характеристика этих
изменений*

Приложение к рабочей программе
дисциплины



КГУУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)



УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
Чичирова Н.Д.

« 28 » октября 2020 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

Надежность энергетических установок и их элементов

Направление подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Направленность (профиль) 13.04.03 Паровые и газовые турбины

Квалификация

магистр

г.Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Надежность энергетических установок и их элементов» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1 Способность участвовать в эксплуатации паровых и газовых турбин

ПК-2 Способен использовать современные достижения науки и передовых технологий в исследовании паровых и газовых турбин

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: тест.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 3 семестр. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Семестр 3

Номер раздела / темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неуд-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено			зачтено
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
3	Изучение теоретического материала, собеседование	Сбс	ПК-2.1	менее 18	18-21	22-25	26-30
5	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Тест	ПК-2.1	менее 4	4-5	6-7	8-10
6	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Тест	ПК-2.2	менее 4	4-5	6-7	8-10
7	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Тест	ПК-1.3	менее 4	4-5	6-7	8-10
Всего баллов				менее 30	30-39	40-49	50-60

Промежуточная аттестация							
	Подготовка к экзамену	Тест, экзаменационные билеты	ПК-2.1	менее 25	25-29	30-34	35-40
Итого баллов				менее 55	55-69	70-84	85-100
Номер раздела / темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неуд-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено			зачтено
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
3	Изучение теоретического материала, выполнение тестов	Тест	ПК-2.1	менее 18	18-21	22-25	26-30
5	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Тест	ПК-1.3	менее 4	4-5	6-7	8-10
6	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Тест	ПК-2.2	менее 4	4-5	6-7	8-10
7	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Тест	ПК-2.2	менее 4	4-5	6-7	8-10
Всего баллов				менее 30	30-39	40-49	50-60

Промежуточная аттестация							
	Подготовка к экзамену	Тест, экзаменационные билеты	ПК-2.2	менее 25	25-29	30-34	35-40
Итого баллов				менее 55	55-69	70-84	85-100

2.Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Входной контроль (ВхК)	Входной контроль проводится в начале семестра. Он представляет собой тесты из 5 основных вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин. Контроль проводится по оценке остаточных знаний	Входной контроль проводится в письменном виде на первой лекции семестра в течение 15-20 минут.

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	<p>1. Собеседование по разделам «Эксплуатация ГТУ и нормативные документы».. «Испытания ГТУ в процессе эксплуатации». «Методы планирования эксперимента», «Методы диагностирования ГТУ в процессе эксплуатации», «Надежность, ее определение и комплексные характеристики надежности, терминология», «Моделирование изменения характеристик надежности по времени наработки», «Определение характеристик надежности ГТУ по результатам испытания и в эксплуатации», «Изменение характеристик двигателя в зависимости от повреждений и выбор рациональных параметров ГТУ».</p>
Представление и содержание оценочных материалов	<p>В Сбс всего 11 тем, каждому студенту задается одна тема: Темы для устного опроса:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отказы ГТУ и пути повышения надежности двигателей. 2. Контроль технического состояния и диагностирование ГТУ по накоплению продуктов изнашивания в смазочных маслах. 3. Определение передаточного отношения весовым методом. 4. Изменение надежности по времени наработки и модели распределения времени безотказной работы. 5. Методы дефектоскопии деталей и узлов ГТУ. Ультразвуковой контроль, вихретоковой контроль. Рентген-контроль. Люмен-контроль. Оптико-визуальный контроль. 6. Современные ГТУ. Основные производители. Сравнительная характеристика. Отличительные особенности. Достоинства. Недостатки. 7. Современные ПГУ. Основные производители. Сравнительная характеристика. Отличительные особенности. Достоинства. Недостатки. 8. Испытательные стенды ГТУ и его узлов. Отличительные особенности. Достоинства. Недостатки. 9. Методы диагностирования ГТУ. Отличительные особенности. Достоинства. Недостатки. 10. Методы определения надежности ГТУ при эксплуатации. Отличительные особенности. Достоинства. Недостатки. 11. Контрольно-измерительные системы ГТУ. Отличительные

	особенности. Достоинства. Недостатки.
Наименование оценочного средства	1. Тесты по разделам «Эксплуатация ГТУ и нормативные документы».. «Испытания ГТУ в процессе эксплуатации». «Методы планирования эксперимента», «Методы диагностирования ГТУ в процессе эксплуатации», «Надежность, ее определение и комплексные характеристики надежности, терминология», «Моделирование изменения характеристик надежности по времени наработки», «Определение характеристик надежности ГТУ по результатам испытания и в эксплуатации», «Изменение характеристик двигателя в зависимости от повреждений и выбор рациональных параметров ГТУ».

В Тесте всего 5 вопросов. Все тесты разбиты на два уровня сложности

Тесты 1 уровня

	Вопрос	Ответ
1	Испытания какэтап в создании ГТУ	1. обязательный 2. необходимый 3. необязательный 4. важный
2	Вопрос Основной документ при проведении испытаний -	Ответ 1. отчет 2. письмо Заказчика 3. методика 4. заказ
3	Вопрос Причины, приводящие к большому объему испытаний при создании двигателей.	Ответ 1. процесс проектирования 2. технологическая подготовка производства 3. процесс доводки 4. изготовление двигателя
4	Вопрос Специальные приборы для проведения испытаний	Ответ 1. термометр спиртовой 2. термоанометр 3. пирометр 4. кронциркуль
5	Вопрос Стенды должны удовлетворять следующим требованиям	Ответ 1. передвигаться в пространстве 2. обеспечения возможности моделирования эксплуатационных условий 3. обеспечения возможности установления эксплуатационных режимов работы двигателя 4. обеспечения точности и достоверности получаемых результатов 5. не издавать вибрацию и шум
6	Вопрос Испытания двигателей как самостоятельная	Ответ 1. монография 2. дисциплина 3. инженерная дисциплина 4. программа

Представление и содержание оценочных материалов

7	Вопрос	Ответ
	Номенклатура режимов, на которых проводятся испытания двигателей	1. 1.2 номинальной мощности 2. 0.1 номинальной мощности 3. пусковые режимы 4. 0.3 номинальной мощности 5. 1.0 номинальной мощности
8	Вопрос	Ответ
	Классификация видов испытаний по конечной цели	1. доводочные (научно-исследовательские) испытания 2. полномасштабные стендовые длительные ресурсные испытания 3. эквивалентно-циклические ресурсные испытания 4. исследование параметров двигателя при вбрасывание в проточную часть посторонних предметов
9	Вопрос	Ответ
	Задачи доводочных испытаний	1. получение заданных значений мощности и КПД 2. исследование параметров двигателя при вбрасывание в проточную часть посторонних предметов 3. обеспечение необходимого ресурса и надежности 4. исследование впрыска различных жидкостей в проточную часть двигателя 5. отработка эксплуатационных свойств при различных внешних условиях
10	Вопрос	Ответ
	Объемы доводочных испытаний	1. 73% от общих затрат 2. 30% от общих затрат 3. 25% от общих затрат 4. 50% от общих затрат 5. от 20% до 60% от общих затрат
11	Вопрос	Ответ
	Задачи исследовательских испытаний	1. получение заданных значений мощности и КПД 2. получение климатических характеристик 3. настройка автомата приемистости 4. обеспечение необходимого ресурса и надежности
12	Вопрос	Ответ
	Задачи государственных испытаний	1. получение климатических характеристик 2. испытание проводится с целью получения эталонного двигателя 3. настройка автомата приемистости 4. основные данные и характеристики, установленные при испытаниях, используются для составления ТУ на приемку серийных двигателей 5. исследование впрыска различных жидкостей в проточную часть двигателя
13	Вопрос	Ответ
	Задачи опытных испытаний	1. исследование параметров двигателя при вбрасывание в проточную часть посторонних предметов 2. получение заданных значений мощности и КПД 3. получение климатических характеристик

17	Вопрос	Ответ
	Планировка испытательной станции	1. по удобству доставки двигателей на испытание 2. по удобству доставки обслуживающего персонала 3. с учетом «розы ветров» 4. осуществляется из рациональных соображений
18	Вопрос	Ответ
	Характеристика бокса	1. определяется с учетом «розы ветров» 2. определяется аэродинамическим расчетом 3. определяется по удобству доставки двигателей на испытание 4. определяется по удобству доставки обслуживающего персонала 5. определяется обеспечением безопасности обслуживающего персонала
19	Вопрос	Ответ
	Виды взаимного расположения частей бокса	1. У-образный 2. вертикальный 3. горизонтальный 4. П-образный 5. Г-образные
20	Вопрос	Ответ
	Системы испытательной станции	1. Силовой кабель 2. Кабина управления 3. Топливная система стенда 4. Силоизмерительные устройства. 5. Ангар 6. Устройства для измерения крутящего момента
21	Вопрос	Ответ
	Требования, предъявляемые к силоизмерительным устройствам (СИУ)	1. платформа СИУ устанавливается без фундамента 2. подвод кабелей должен быть жестким 3. динамометрическая платформа должна иметь приспособления, позволяющие проводить градуировку системы. 4. измерительная аппаратура может устанавливаться в самом боксе 5. влияние системы коммуникации на измеренную тягу должно быть минимальным
22	Вопрос	Ответ
	Схемы СИУ:.....	1. ребристые 2. контактные 3. чувствительные 4. безконтактные 5. не чувствительные
23	Вопрос	Ответ
	Основные виды оборудования воздушно-компрессорных станций	1. систем осушения и охлаждения воздуха 2. система впрыска топлива 3. систем подачи воздуха 4. систем нагрева воздуха 5. система отопления
24	Вопрос	Ответ
	Методы, обеспечивающие уменьшение погрешностей при измерении крутящего момента	1. поддержания минимальной частоты вращения вала силовой турбины 2. стабильная подача воды для гидротомоза 3. стабильная температура воды, подаваемая в гидротормоз

Тесты 2 уровня

38	Вопрос	Ответ
	Основные свойства надежности	1. безотказность
		2. устойчивость
		3. долговечность
4. неприхотливость		
39	Вопрос	Ответ
	Определение надежности при испытаниях газотурбинных двигателей и энергетических установок	1. <i>Надежностью</i> называется суммарная наработка, при достижении которой эксплуатация двигателя должна быть прекращена
		2. <i>Надежностью</i> называется свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки
		3. <i>Надежностью</i> называется установленная наработка двигателя, в течение которой Изготовитель или Ремонтное предприятие производят ремонт двигателя при условии соблюдения правил эксплуатации, ремонта, хранения и транспортировки
4. <i>Надежностью</i> называется установленная наработка двигателя		
40	Вопрос	Ответ
	Особенности проведения испытаний по определению уровня надежности по сравнению с испытаниями определения функциональных характеристик	1. Проводят измерение выходной мощности
		2. Определяют термогазодинамические параметры по тракту
		3. Определяют интегральный коэффициент запаса прочности для наиболее нагруженных деталей двигателя — дисков и лопаток компрессоров и турбин.
4. Выявление вредных выбросов в атмосферу		
41	Вопрос	Ответ
	Необходимость ускорения испытания двигателей и энергетических установок	1. Выявление предельных удельных параметров двигателя, при которых его эксплуатация недопустима
		2. Выявление фактического ресурса двигателя
		3. Выявление вредных выбросов в атмосферу
4. Определение термогазодинамических параметров по тракту		
42	Вопрос	Ответ
	Эквивалентные ускоренные испытания	1. Испытания двигателя по эксплуатационной программе
		2. Испытаниях двигателя на всех установившиеся и переменных режимы, соответствующей работе двигателя в условиях эксплуатации
		3. Приведение испытаний на тяжелых режимам и более нагруженными переменными процессами
4. Определение термогазодинамических параметров по тракту		
43	Вопрос	Ответ
	Методический подход проведения ускоренных испытаний	1. Испытания при эксплуатационных режимах
		2. Испытания на форсированных (пиковых) режимах
		3. Испытание при смене климатических условий
		4. Испытание при вбрасывании в проточную часть посторонних предметов
5. Испытание двигателя при впрыске воды		
44	Вопрос	Ответ
	Ускоренные и эквивалентные испытания осуществляются по	1. методике
		2. циклограмме
3. программе		

49	Вопрос	Ответ
	Виды планов математического планирования эксперимента	1. Реальный факторный эксперимент
		2. Целый факторный эксперимент
		3. Полный факторный эксперимент
4. Дробный факторный эксперимент		
50	Вопрос	Ответ
	Уравнение регрессии	1. $\bar{y}_u = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_{ui}$
		2. $y = \sum_{i=0}^7 b_i z_i$
		3. $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2$
4. $S_{b_j}^2 = \frac{1}{N} S_y^2$		
51	Вопрос	Ответ
	Функция отклика	1. Частота вращения ротора
		2. Температура на входе в двигатель
		3. Температура за камерой сгорания
		4. Давление за камерой сгорания
5. Давление на входе в двигатель		
52	Вопрос	Ответ
	Факторное пространство	1. Пространство, где могут размещаться точки, отвечающие условиям опытов
		2. Пространство, координатные оси которого соответствуют значениям факторов
		3. Пространство, где существует функция
4. Пространство, где существуют факторы		
53	Вопрос	Ответ
	Однофакторный эксперимент	1. Варьируют факторами в определенной последовательности для поиска экстремума отклика.
		2. Варьируют одновременно всеми факторами при поиске экстремальной точки функции (отклика)
		3. Варьируют одним фактором при фиксированных остальных факторах до достижения минимума отклика. Затем варьируется второй фактор при фиксированных остальных факторах и т.д. в представленной последовательности.
		4. Варьируют факторами по определенному заранее плану при поиске экстремума отклика.
		5. Варьируют последовательно всеми факторами при достижении экстремума отклика.
54	Вопрос	Ответ
	Планы первого порядка	1. Композиционные планы
		2. $N = 2^{k-p}$
		3. $N = 2^k + 2k + n_0$
4. $N = 2^k$		
55	Вопрос	Ответ
	Планы второго порядка	1. $N = 2^{k-p}$
		2. $N = 2^k$
		3. Композиционные планы
4. $N = 2^k + 2k + n_0$		
56	Вопрос	Ответ
	Многофакторный эксперимент	1. $N = I^k$
2. $N = 3^k$		

57	Вопрос	Ответ
	Основное уравнение измерения	1. $S^2(x) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
		2. $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
		3. $p(x) = \frac{1}{\sigma(x) \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2(x)}}$
	4. $v = \frac{ x - x_k }{S(x)}$	
58	Вопрос	Ответ
	Прямые измерения	1. Скорость потока
		2. Температура
		3. Поле скоростей
4. Давление		
59	Вопрос	Ответ
	Косвенные измерения	1. Давление
		2. Температура
		3. Скорость потока
		4. Поле скоростей
5. Частота вращения		
60	Вопрос	Ответ
	Метод измерения	1. совокупность физических явлений, лежащих в основе данного измерения
		2. совокупность приемов использования <i>принципов</i> и <i>средств</i> измерений
		3. это средства измерений, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера
		4. это устройства, предназначенные для выработки сигнала измерительной информации, не поддающегося непосредственному восприятию наблюдателем, но имеющего удобную для передачи, обработки и хранения форму
61	Вопрос	Ответ
	Погрешности измерений	1. Погрешности прибора
		2. Не систематические погрешности
		3. Грубые погрешности
		4. Систематические погрешности
5. Случайные погрешности.		
62	Вопрос	Ответ
	Точность измерений	1. Δ - относительная
		2. Δ - абсолютная
		3. Δ - приведенная
4. Δ - адекватная		
63	Вопрос	Ответ
	Погрешности по характеру появления	1. Погрешности операции
		2. Погрешности вывода
		3. Погрешности метода
		4. Инструментальные погрешности
5. Личные погрешности		
64	Вопрос	Ответ

<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах¹</p>	<p>При оценке выполненных Тестов При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл. Максимальное количество баллов за тест – 20</p>
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из экзаменационных билетов. Всего 25 экзаменационных билетов, содержащих по три задания на определение показателей надежности и расчет надежности по структурным схемам надежности. Вопросы в билетах разбиты Примеры экзаменационных билетов: Билет №1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Испытания как необходимый этап в создании ГТУ 2. Некоторые виды погрешностей, возникающих при измерении крутящего момента. Методы, обеспечивающие уменьшение этих погрешностей. 3. Обработка результатов испытаний с целью построения характеристик компрессора. <p style="text-align: center;">Билет №2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Номенклатура режимов, на которых проводятся испытания двигателей 2. Ресурсные испытания, их разделение на нормальные и ускоренные испытания, цели этих испытаний, их отличие. 3. Определение передаточного отношения весовым методом.
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Правильность выполнения практического(их) задания(ий)</i> 2. <i>Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины</i> 3. <i>Владение специальными терминами и использование их при ответе.</i> 4. <i>Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы</i> 5. <i>Логичность и последовательность ответа</i> 6. <i>Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем</i> <p><i>От 16 до 20 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.</i></p> <p><i>От 11 до 15 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.</i></p>

¹ В соответствии с БРС, поддерживаемой преподавателем в ЭИОС

4.Оценочные материалы промежуточной аттестации

От 6 до 10 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Максимальное количество баллов за экзамен - 40