

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»(НГТУ)

Образовательно-научный институт транспортных систем (ИТС)
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Тумасов А.В.
подпись ФИО
“ 08 ” 06 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.7 Газотурбинные двигатели
для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки: 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность: «Тепловые энергетические установки»
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: ЭУиТД
аббревиатура кафедры

Кафедра-разработчик ЭУиТД
аббревиатура кафедры

Объем дисциплины 180/5
часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен
экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик (и): Чуваков Александр Борисович, к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2021год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 18.02.2018 №145 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ
протокол от 10.06.21г № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы ЭУиТД
протокол от 03.06.21г № 9

Зав. кафедрой: к.т.н., доцент Хрунков С.Н. _____

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИТС, протокол

от 08.06.21 № 08/1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный номер № 13.03.02-Т-40

Начальник МО _____ / _____ /

(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

/Н.И. Кабанина/

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	8
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	14
4	
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	16
7. Информационное обеспечение дисциплины	18
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	20
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	20
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	21
11.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	23
12.Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	27

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Газотурбинные двигатели» является формирование знаний в области конструкции и эксплуатации современных газотурбинных двигателей (ГТД) различного назначения: энергетических и транспортных, приобретение практических навыков выбора подходящих ГТД для применения в различных энергетических и транспортных системах.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- готовность студентов к использованию полученных знаний, навыков и умений при изучении других общенаучных и специальных дисциплин учебного плана, а также для решения профессиональных задач;
- приобретение компетенций в области разработки ГТД различного назначения;
- готовность студентов к организации самостоятельной деятельности для решения поставленных задач;
- готовность студентов к пользованию информационными системами (учебная и научная литература, интернет-ресурсы).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ОД.7 «Газотурбинные двигатели» включена в обязательный перечень дисциплин вариативной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

2.2 Для освоения дисциплины «Газотурбинные двигатели» студент должен:

знать:

- современное состояние и перспективы развития конструкции энергетических машин;
- современные конструкционные материалы;
- системы управления качеством, стандартизации и сертификации;
- стандарты и правила построения и чтения чертежей;
- техническую термодинамику и теплотехнику;

уметь:

- применять методы инженерных расчетов для решения практических задач;
- осуществлять выбор материалов, подходящих для изготовления заданного узла;
- изучать энергетические системы на базе технической документации и информации из Интернета;
- пользоваться действующими нормативными документами;
- читать и выполнять машиностроительные чертежи;

владеть:

- правилами разработки конструкторской документации;
- навыками пользования компьютерными графическими программами;
- навыками работы с научно-технической литературой и нормативной документацией.

2.3 Дисциплина «Газотурбинные двигатели» является основополагающей для изучения ряда общенаучных и специальных дисциплин, связанных с проектированием и изготовлением энергетических машин. Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы также для выполнения научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Газотурбинные двигатели» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Газотурбинные двигатели» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»:

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>							
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
ПКС-2								
Газотурбинные двигатели (Б1.В.ОД.7)							✓	
Энергетические машины и установки (Б1.В. ОД.2)				✓				
Сварка (Б1.В.ОД.3)				✓				
Управление техническими системами (Б1.В.ОД.6)							✓	
Конструирование двигателей (Б1.В.ОД.8)							✓	✓
Теплообменные аппараты (Б1.В.ОД.9)								✓
Методы контроля технического состояния ДВС (Б1.В.ОД.10)								✓
Основы автоматизированного проектирования (Б1.В.ОД.11)							✓	✓
Автоматизация ДВС (Б1.В.ДВ1.1)								✓
Электронное управление ДВС (Б1.В.ДВ1.2)								✓

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>							
ПКС-2	1	2	3	4	5	6	7	8
Безуглеродная энергетика (ФТД.1)					✓			
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Б2.П.1)						✓		
Преддипломная (Б2.П.2)								✓
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С
ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-2. Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ИПКС-2.1 Выбирает основные параметры энергомашин на этапе эскизного проектирования.	Знать: этапы эскизного проектирования, конструктивные параметры газовых турбин.	Уметь: обосновывать выбор технических решений при конструировании ГТД.	Владеть: навыками расчета параметров газотурбинных агрегатов при конструировании.	Задания к письменным контрольным работам по разделам. -Вопросы к защите лабораторных работ.	Вопросы для письменного экзамена (15 билетов). Вопросы для устного собеседования на экзамене: билеты (15 билетов)
	ИПКС-2.2 Выбирает основные исходные данные для проектирования узлов и элементов машин.	Знать: свойства и основные данные различных элементов турбомашин.	Уметь: выбирать необходимые данные для конструирования и испытания газотурбинных двигателей.	Владеть: навыками расчета конструкции ГТД или его элемента.	Задания к письменным контрольным работам по разделам. -Вопросы к защите лабораторных работ.	Вопросы для письменного экзамена (15 билетов). Вопросы для устного собеседования на экзамене: билеты (15 билетов)

31.021 «Специалист по испытаниям и исследованиям в автомобилестроении».

Код и формулировка ТФ: D/03.6 – Руководство выполнением программы натурных исследований опытных образцов АТС и их компонентов

Трудовые действия:

-Разработка плана выполнения натурных исследований опытных образцов АТС и их компонентов в автоматизированной системе планирования работ с учетом имеющихся ресурсов;

Необходимые умения:

-Разрабатывать календарный и ресурсный планы проведения натурных исследований опытных образцов АТС и их компонентов;

Необходимые знания:

-Методы проведения натурных исследований опытных образцов АТС и их компонентов;

-Требования охраны труда.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 -Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего часов	В т.ч. по семестрам 7 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	92	92
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	85	85
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	17	17
1.2.Внеаудиторная, в том числе	КСР 7	КСР 7
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	КСР 7	КСР 7
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	61	61
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	61	61
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27

В качестве текущего контроля преподавателем предусмотрены контрольные работы или устный контрольный опрос по темам разделов.

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 -Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
5 СЕМЕСТР									
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2	Тема 1. Общие положения. Цикл простого ГТД. Особенности и области применения. Сравнение ГТД с поршневым ДВС.	4				Проработка лекций и основной литературы [6.1.6] ст. 67-96	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическая работа 1.1. Динамические компрессоры. Характеристики компрессоров. Осевые и радиальные компрессоры, одноступенчатые и многоступенчатые компрессоры.			3		Подготовка к практической работе	Защита практической работы		
	Практическая работа 1.2. Действие ступени компрессора. Треугольники скоростей движения газа в компрессорных лопатках, их основные составляющие.			3		Подготовка к практической работе	Защита практической работы		
	Тема 2. ГТД в стационарной энергетике. Методы повышения эффективности ГТУ. Энергетические газотурбинные установки (ГТУ). Паротурбинные установки (ПТУ) и устройство котельного агрегата. Сравнение ГТУ с ПТУ. Комбинированные парогазовые	6				Проработка лекций и основной литературы [6.1.6] ст. 218-253; [6.1.7] ст. 12-59	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	установки (ПГУ). Повышение эффективности ГТУ на базе регенерации тепла. ГТД с промежуточным охлаждением и подогревом рабочего тела. Двухвальные ГТД.								
	Практическая работа 2.1. Работа ступени компрессора при нерасчетной частоте вращения ротора.			4		Подготовка к практической работе	Защита практической работы		
	Лабораторная работа 2.1. Продольное сечение осевого многоступенчатого компрессора. Центробежные компрессоры.		3			Подготовка к лабораторной работе	Защита лабораторной работы		
	Тема 3. Система очистки воздуха на входе в газовую турбину. Вредные выбросы в атмосферу и способы их сокращения. Необходимость очистки воздуха. Инерционно-масляный воздухоочиститель. Инерционный очиститель циклонного типа. Состав загрязняющих веществ на выходе из ГТД. Очистка продуктов сгорания. Изменение процедуры горения. Совершенствование конструкций камер сгорания.	6				Проработка лекций и основной литературы [6.1.7] ст. 107-130	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Лабораторная работа 3.1. Камеры сгорания: принцип действия и конструктивные схемы камер сгорания. Основные элементы конструкций камер сгорания.		2			Подготовка к лабораторной работе	Защита лабораторной работы		
	Лабораторная работа 3.2. Направление течения и охлаждение камер сгорания. Выносные камеры сгорания. Встроенные камеры сгорания и их разновидности.		3			Подготовка к лабораторной работе	Защита лабораторной работы		
	Тема 4. ГТД в водных и наземных транспортных средствах. ГТД в наземных транспортных системах. Судовые ГТУ. ГТУ со встроенными и выносными камерами сгорания. Двухвальные ГТД со свободной (силовой) турбиной. Дизель-газотурбинные комбинированные энергетические установки.	6				Проработка лекций и основной литературы [6.3.5] ст. 40-58	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическая работа 4.1. Уплотнения. Назначения и область использования. Бесконтактные лабиринтовые уплотнения. Технология взаимного центрирования вала и уплотнения.			3		Подготовка к практической работе	Защита практической работы		
	Практическая работа 4.2. Контактные и самоцентрирующиеся			3					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	уплотнения.								
	Тема 5. Реактивная тяга и ракетные двигатели. Реактивная тяга и закон сохранения импульса. Ракетные двигатели и воздушно-реактивные двигатели. Прямоточные реактивные сопла. Твердотопливные реактивные двигатели. Жидкостные ракетные двигатели. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели.	6				Проработка лекций и основной литературы [6.1.8] ст. 53-84	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическая работа 5.1. Осевые турбины. Треугольники скоростей в турбинных лопатках; их основные составляющие. Многоступенчатые турбины.			3		Подготовка к практической работе	Защита практической работы		
	Практическая работа 5.2. Профилирование турбинных лопаток.			3		Подготовка к практической работе	Защита практической работы		
	Практическая работа 5.3. Технологии изготовления и установки турбинных лопаток.			3		Подготовка к практической работе	Защита практической работы		
	Практическая работа 5.4. Охлаждение турбинных лопаток.			3		Подготовка к практической работе	Защита практической работы		
	Лабораторная работа 5.1. Типы и конструкции бандажных полок рабочих турбинных лопаток. Интегральный и накладной бандаж.		3			Подготовка к лабораторной работе	Защита лабораторной работы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 6. ГТД в авиации. Турбореактивные двигатели (ТРД). Базовая конструктивная схема ТРД. Турбовинтовые двигатели (ТВД). Двухконтурные турбореактивные двигатели (ТРДД). Турбореактивные двигатели с форсажной камерой (ТРДФ). Турбовальные двигатели. Области применения различных типов реактивных двигателей.	6				Проработка лекций и основной литературы [6.1.5] ст. 6-36	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 6.1. Конструкция турбовинтового двигателя НК-4.		3			Подготовка к лабораторной работе	Защита лабораторной работы		
	Лабораторная работа 6.2. Двухконтурный турбовинтовой двигатель АИ-25.		3			Подготовка к лабораторной работе	Защита лабораторной работы		
	Практическая работа 6.1. Нестабильная работа ГТД. Помпаж: причины его возникновения, последствия, методы борьбы			3		Подготовка к практической работе	Защита практической работы		
	Практическая работа 6.2. Конструкция ГТД с двухкаскадной системой нагнетания и расширения			3		Подготовка к практической работе	Защита практической работы		
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР		34	17	34	61				
Экзамен									
ИТОГО по дисциплине		34	17	34	61				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Для оценки знаний, умений и навыков используется текущий контроль и промежуточная аттестация.

5.1.1. Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса и содержит:

- опрос по темам лекционных занятий;
- сдача допуска к выполнению лабораторных работ;
- текущий опрос на практических занятиях;
- контрольные работы.

5.1.2 Промежуточная аттестация содержит:

- Теоретические вопросы к экзамену;
- Задачи.

Материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков для текущей и промежуточной аттестации находятся на кафедре.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Таблица 5 – Балльно-рейтинговая система оценивания

Шкала оценивания	Экзамен
40<R≤50	Отлично
30<R≤40	Хорошо
20<R≤30	Удовлетворительно
0<R≤20	Неудовлетворительно

Таблица 6 –Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПКС-2. Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ИПКС-2.1 Выбирает основные параметры энергомашин на этапе эскизного проектирования. ИПКС-2.2 Выбирает основные исходные данные для проектирования узлов и элементов машин.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не имеет понятия о принципе работы и основных конструктивных элементах ГТД. Не знает основных терминов и определений. Не способен провести формализацию задач описания и проектирования ГТД на базовом уровне. Имеет понятия об обоснованном выборе основных компонентов ГТД в зависимости от его назначения, но выполняет выбор основных компонентов ГТД с серьезными ошибками.	Фрагментарные поверхностные знания лекционного курса, изложение полученных знаний неполное. Знает основные термины и определения. Способен провести формализацию задач описания и проектирования ГТД на базовом уровне. Имеет понятия об обоснованном выборе основных компонентов ГТД в зависимости от его назначения, но выполняет выбор основных компонентов ГТД с серьезными ошибками.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Знает основные термины и определения. Способен провести формализацию задач описания и проектирования ГТД на хорошем уровне. Имеет понятия об обоснованном выборе основных компонентов ГТД в зависимости от его назначения, при этом выполняет выбор основных компонентов ГТД без серьезных ошибок.	Имеет глубокие знания всего лекционного материала. Способен провести формализацию задач описания и проектирования ГТД на отличном уровне. Имеет понятия об обоснованном выборе основных компонентов ГТД в зависимости от его назначения, при этом выполняет безошибочный выбор основных компонентов ГТД без серьезных ошибок.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично/зачет)	оценки « отлично/зачет » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо/зачет)	оценки « хорошо/зачет » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно/зачет)	оценку « удовлетворительно/зачет » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно/незачет)	оценку « неудовлетворительно/незачет » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

6.1.1. Конструкция и прочность авиационных газотурбинных двигателей / Л. П. Лозицкий и др. – М. : Воздушный транспорт, 1992. – 536 с.

6.1.2. Данилейко, Г. И. Основы конструкции авиационных двигателей / Г. И. Данилейко, Л. Н. Капустин, Е. Л. Фельдман. – М. : Транспорт, 1988. – 296 с.

6.1.3. Ружицкий, Е.И. Вертолеты / Е.И. Ружицкий. – М.: Виктория: АСТ, 1997. Т.1. – 1997. – 192 с.

6.1.4. Володко, А.М. Вертолет в усложненных условиях эксплуатации: учеб.-метод. пособие / А.М. Володко. – М.: КДУ, 2007. – 231 с.

6.1.5. Общие сведения об авиационных ГТД. Общие сведения о двигателе ТВ2-117: электрон. учеб. пособие / Д. Ю. Киселев, В. И. Акифьев, А. А. Гульбис и др. – Самара: Изд-во СГАУ, 2014.

6.1.6. Зысин Л. В. Парогазовые и газотурбинные тепловые электростанции: учеб. пособие. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 368 с.

6.1.7. Сахин, В.В. Устройство и действие энергетических устано-вок. Кн. 2. Газовые турбины. Теплообменные аппара-ты: учебное пособие / В.В. Сахин; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2015. – 133 с.

6.1.8. Александров В. Н., Быцкевич В.М., Верхоломов В. К. и др. Интегральные прямоточные воздушно-реактивные двигатели на твердых топливах. Основы теории и расчета / Под ред. Л. С. Яновского. — М.: Академкнига, 2006. 343 с.

6.1.9. Кулагин В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. — М.: Машиностроение, 2002. 616 с.

6.1.10. Рабочие процессы газо- и паротурбинных установок тепловых электрических станций. Рабочие процессы газотурбинных установок: Учеб. пособие / К.Д. Андреев, С.Ю. Оленников, В.Г. Полищук, В.А. Рассохин, Н.П. Соколов – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 227 с.

6.1.11. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок: учебник / В.Л. Иванов [и др.]; под ред. А.И. Леонтьева. — М.: Изд.-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.— 592 с.

6.1.12. Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. — 584 с.

6.1.13. Энергетические машины. Теплообмен в системах охлаждения газовых турбин: учеб. пособие / Под ред. В.А. Рассохина, В.Г. Полищука. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 295 с.

6.2. Справочно-библиографическая литература

6.2.1. РТМ 108.020.33—86. Уплотнения лабиринтные стационарных паровых и газовых турбин и компрессоров. Проектирование и расчет. — М.: ЦКТИ, 1988. — 71 с.

6.2.2. Классификатор ЕСКД. Иллюстрированный определитель деталей. Классы 71–76. — Москва: Издательство стандартов, 1986.

6.2.3. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. — Москва: Издательство стандартов, 1987. — 256 с.

6.2.4. Особенности конструкции, организация работы авиационных двигателей : учеб. пособие / Р. И. Гусева. – Комсомольск-на-Амуре :ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. – 100 с.

6.2.5. Арсеньев Л.В. Стационарные газотурбинные установки / Л.В. Арсеньев, В.Г. Тырышкин, И.А. Богов ; под ред. Л.В. Арсеньева и В.Г. Тырышкина. — Л.: Машиностроение, 1989 — 543 с.

6.2.6. Данилов, В.А. Вертолет Ми-8: устройство и техн. обслуживание / В.А. Данилов. – М.: Транспорт, 1988. – 278 с.

6.3. Методические указания, разработанные преподавателями

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению лабораторных и практических учебных занятий по данной дисциплине, комплекты индивидуальных и контрольных заданий.

6.3.1. Чичков Б.А. Конструкция и прочность двигателей. Основы конструкции и прочности двигателя. Компрессоры авиационных ГТД: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторной работы. / Б.А. Чичков, Л.В. Москаленко. – Воронеж: ООО «МИР», 2019. – 36 с.

6.3.2. Конструкция и основы эксплуатации авиационных двигателей : конспект лекций / сост. А. И. Созонов. – Ульяновск : УВАУ ГА(И), 2011. – 78 с.

6.3.3. Чичков Б.А. Конструкция и прочность двигателей. Основы конструкции и прочности двигателя. Компрессоры авиационных ГТД: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторной работы. / Б.А. Чичков, Л.В. Москаленко. – Воронеж: ООО «МИР», 2019. – 36 с

6.3.4. Волков В.Т., Ягодников Д.А. Исследования и стендовая отработка РДТТ. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 296 с.

6.3.5. Энергетические машины. Охлаждение элементов высокотемпературных газовых турбин: учеб. пособие / Под ред. В.А. Рассохина, В.Г. Полищука. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 223 с.

6.3.5. Конюков В.Л. Судовые турбомашин. Практикум по изучению устройства и принципа действия судовых турбомашин и их элементов. — Керчь: Изд-во Керченского государственного морского технологического университета, 2019. — 69 с.

6.3.6. Авиационный двухконтурный реактивный двигатель АИ-25 1 серии. Техническое описание. — М.: Машиностроение, 1971. — 127 с.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Таблица 7 - Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Федеральный портал. Российское образование.	http://www.edu.ru/
2	Естественный научно-образовательный портал.	http://www.en.edu.ru/
3	Информационно-коммуникационные технологии в образовании.	http://www.ict.edu.ru/
4	Федеральный образовательный портал. Инженерное образование.	http://www.techno.edu.ru/

Таблица 8 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	E-LIBRARY.ru	http://elibrary.ru/defaultx.asp
5	Научно-техническая библиотека НГТУ	http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.htm
6	Университетская библиотека ONLINE НГТУ	http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub
7	Электронный каталог периодических изданий НГТУ	http://library.nntu.nnov.ru/
8	ЭБС «Web of Science»	http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do
9	Scopus	http://www.scopus.com/
10	Госты, нормалы, правила, стандарты и законодательство России	http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm
11	Реферативные журналы	http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref_gyrnal_14.htm

Таблица 9 - Перечень программного обеспечения

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Тр113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Тр113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Тр113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
ADEM 9.05 (открытая версия для учебных заведений)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	Сайт «Группа ГАЗ» [официальный сайт]	https://gazgroup.ru/
2	Сайт АО «РУМО» [официальный сайт]	https://aorumo.ru/
3	Сайт НАО «Гидромаш» [официальный сайт]	https://www.hydrumash.ru/
4	Сайт АО ПКО «Теплообменник» [официальный сайт]	https://www.teploobmennik.ru/
5	IRB 2400 / ABB [официальный сайт]	http://new.abb.com/products/robotics/industrial-robots/irb-2400
6	KUKA mobile robotics iiwa. — URL	https://www.youtube.com/watch?v=ymAgKyMF82s&feature=youtu.be
7	AWEA AH-500. — URL	https://protechnolog.ru/oborudovaniye/metallorezhuwee/frezernoe-oborudovanie/awea-ah/ah-500/
8	Autonomous Transport Robots for industry / Neorobotix	http://www.neobotix-robots.com/transport-systems.html
9	Гровер Интернэшнел : каталог паспортов. — URL	http://www.groverltd.ru/pasports_catalog

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл.11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	5325 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	1. Доска меловая 2. Рабочее место преподавателя 3. Рабочее место студента - 70 чел. 4. Проектор, персональный компьютер/ноутбук, экран	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)
2	5120, 5125 аудитории для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	1. Доска меловая – 1 шт. 2. Компьютерные столы (рабочее место студента) на 12 и 24 чел. соответственно; 3. Рабочее место преподавателя – 2 шт.; 4. ПЭВМ: компьютер ACPIx64-based 64; операционная система Microsoft Windows 7 Home Basic; Манипулятор «мышь» ELAN PS/2 Port Smart Pad; проектор BenQ MS504; экран 2000x3000 – 2 шт.	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)
3	5107, 5313 учебные аудитории для проведения занятий лекционного, лабораторного и	1. Доска меловая - 2 шт; 2. Рабочее место преподавателя 1 шт. 3. Рабочее место студента - 50 чел.	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)

	практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	4. Экран 2000х3000 – 2 шт. 5. Переносной компьютер/ноутбук 6. Натурные учебные стенды паровой турбины, газотурбинных двигателей НК-4, АИ-25. 7. Газотурбинный двигатель ТС-12 8. Вытяжной шкаф. 9. Учебное оборудование для проведения работ по определению свойств судовых топлив и масел (обводненность, теплота сгорания, температура вспышки, вязкость)	
4	2104 учебная аудитория для проведения занятий лекционного, лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	1. Доска меловая - 1 шт; 2. Рабочее место преподавателя – 1 шт. 3. Рабочее место студента - 30 чел. 4. Экран 2000х3000 – 1 шт. 5. Переносной компьютер/ноутбук 6. Главный судовой двигатель Г6ЧН 25/34 с гидротормозом Фруда; 7. Вспомогательный паровой котел КВА 0,25/3М; 8. Дизель-генератор ЭЛАД 5000; 9. Комплекс измерительного оборудования «Дитангаз ДАГ 510»	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24I-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как очных встреч со студентами, так и с использованием современных информационных технологий: электронная почта, Skype.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов

образовательных технологий:

- *балльно-рейтинговая технология оценивания;*
- *устный опрос;*
- *контрольная работа.*

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 41 до 50 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий, допускаются к промежуточной аттестации (экзамену).

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям, лабораторным работам, экзамену, контрольным работам, при выполнении индивидуальных заданий.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Для подготовки к лабораторным занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены в лабораторной работе. Необходимо прочитать соответствующие разделы из конспекта лекций и основной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы. Студент должен четко знать ход предстоящей лабораторной работы, иметь четкое представление об используемом в работе приборном и измерительном оборудовании и правилах работы с ним.

Лабораторные работы позволяют приобрести студентам умения и навыки в разработке основных элементов ГТД. В частности, студенты имеют возможность углубленного изучения двигателей НК-4 и АИ-25 на реальных образцах.

В лабораторные работы введены элементы, повышающие интерес студентов и их познавательную активность. В частности студентам предоставляется возможность рассмотрения различных вариантов конструкций элементов ГТД с последующим их сравнением в плане области эффективного применения.

После выполнения каждой лабораторной работы студент оформляет отчет, в котором указываются цель и ставятся конкретные задачи, разрабатывается теоретическая

часть, описывается ход выполняемой работы, приводятся материалы выполняемых расчетов.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях практического типа

Практические занятия направлены на формирование навыков решения практических задач, применяя полученные теоретические знания, а также навыков самостоятельной работы под руководством преподавателя.

На практических занятиях проводится решение расчетных задач и упражнений в процессе проработки наиболее сложных в теоретическом плане вопросов, и проводятся в трех формах:

1. устный опрос студентов по конкретной тематике практического занятия;
2. решение и объяснение типовых задач по данной теме;
3. самостоятельная работа студентов с использованием учебных пособий, лекций и консультаций преподавателя при выполнении ими контрольных заданий.

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа включает проработку лекционного материала, изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к экзамену, выполнение домашних практических заданий.

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

Домашнее задание студент выполняет в отдельной тетради, используя соответствующие методические указания. Условия каждого задания должны быть написаны четко. В тексте решений необходимо приводить краткие пояснения перед каждым вычислением. При решении задач сначала приводится основополагающая формула, затем выписываются все величины, входящие в нее, после этого в формулу подставляются цифры и определяется искомая величина с указанием ее размерности (в единицах системы СИ). Аналогично выполняются индивидуальные задания с использованием соответствующих методических указаний.

Подготовку к экзамену необходимо начинать заранее. Следует проанализировать методический материал учебников, учебно-методических пособий, конспекты лекций. Знать основные формулировки терминов и законов и уметь их четко воспроизводить. Ответы на устные теоретические вопросы к экзамену обдумать заранее и построить их в четкой, краткой форме.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

11.1.1 Типовые вопросы к лабораторным работам

Вопросы к защите лабораторной работы 2.1.

1. Анализ конструкции многоступенчатого компрессора.
2. Анализ конструкции центробежного компрессора.
3. Лабиринтовые уплотнения компрессоров

Вопросы к защите лабораторной работы 3.1.

1. Принцип действия камеры сгорания.
2. Конструктивные схемы камер сгорания.
3. Основные элементы камеры сгорания.

Вопросы к защите лабораторной работы 3.2.

1. Направление течения и охлаждения камер сгорания.
2. Выносные камеры сгорания: преимущества, недостатки, области использования.
3. Встроенные камеры сгорания: преимущества, недостатки, области использования.

Вопросы к защите лабораторной работы 5.1.

1. Типы и конструкции бандажных полок рабочих турбинных лопаток
2. Интегральный бандаж: преимущества, недостатки, области использования.
3. Накладной бандаж: преимущества, недостатки, области использования.

Вопросы к защите лабораторной работы 6.1.

1. Особенности двигателя НК-4, его сравнение с другими авиационными двигателями.
2. Основные элементы двигателя НК-4.
3. Течение воздуха и продуктов сгорания в двигателе НК-4.

Вопросы к защите лабораторной работы 7.1.

1. Особенности двигателя АИ-25, его сравнение с другими авиационными двигателями.
2. Основные элементы двигателя АИ-25.
3. Течение воздуха и продуктов сгорания в двигателе АИ-25.

11.1.2 Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) или электронной форме опроса по разделам 1-7 дисциплины:

1. Опишите цикл простого ГТД.
2. Выполните сравнение ГТД с поршневыми ДВС.
3. Опишите особенности и области применения ГТУ в энергетике.
4. Опишите состав загрязняющих веществ на выходе из ГТД.
5. Опишите конструктивные методы совершенствования конструкций камер сгорания.
6. Опишите применение ГТД в наземных транспортных системах и на судах.
7. Опишите понятие реактивной тяги и прямоточные сопла ТРД.
8. Опишите прямоточные воздушно-реактивные двигатели и области их использования.
9. Приведите базовую конструктивную схему ТРД, опишите принцип его работы.

11.2 Теоретические вопросы и практические задачи, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта для промежуточной аттестации по дисциплине.

Экзамен проводится в устно-письменной форме по всему материалу изучаемого курса.

11.2.1 Перечень ты студенты должны отвечать на следующие вопросы:

Перечень вопросов по разделу 1. «Общие положения».

- 1.1. Опишите цикл простого ГТД.
- 1.2. Опишите особенности и области применения ГТД.
- 1.3. Выполните сравнение ГТД с поршневыми ДВС.

Перечень вопросов по разделу 2. «ГТД в стационарной энергетике. Методы повышения эффективности ГТУ»

- 2.1. Опишите особенности и области применения ГТУ в энергетике.
- 2.2. Опишите устройство водотрубного котельного агрегата с естественной циркуляцией.
- 2.3. Приведите конструктивную схему и опишите преимущества ПГУ.

Перечень вопросов по разделу 3. «Система очистки воздуха на входе в газовую турбину. Вредные выбросы в атмосферу и способы их сокращения»

- 3.1. Опишите инерционно-масляный воздухоочиститель и инерционный очиститель циклонного типа.
- 3.2. Опишите состав загрязняющих веществ на выходе из ГТД.
- 3.3. Опишите конструктивные методы совершенствования конструкций камер сгорания.

Перечень вопросов по разделу 4. «ГТД в водных и наземных транспортных средствах»

- 4.1. Опишите применение ГТД в наземных транспортных системах и на судах.
- 4.2. Выполните сравнение встроенных и выносных камер сгорания, опишите их достоинства и недостатки.
- 4.3. Приведите конструктивную схему двухвального ГТД со свободной (силовой) турбиной, опишите его достоинства и недостатки.

Перечень вопросов по разделу 5 «Реактивная тяга и ракетные двигатели»

- 5.1. Опишите понятие реактивной тяги. Приведите эскиз прямоточного сопла и опишите его отличительные особенности.
- 5.2. Опишите твердотопливные и жидкостные ракетные двигатели и области их использования.
- 5.3. Опишите прямоточные воздушно-реактивные двигатели и области их использования.

Перечень вопросов по разделу 6 «ГТД в авиации»

- 6.1. Приведите базовую конструктивную схему ТРД, опишите принцип его работы.
- 6.2. Опишите назначение, принцип работы и особенности ТВД.
- 6.3. Опишите область применения и особенности ТРДД.

11.2.2 Типовые практические задания (задачи), требующие решения и ответа в письменной форме:

1. Выполнить конструктивную схему осевого многоступенчатого компрессора.
2. Изобразите треугольник скоростей движения газа в компрессорных лопатках. Опишите основные его составляющие.
3. Опишите работу ступени компрессора при нерасчетной частоте вращения ротора.
4. Приведите изображение бесконтактного лабиринтового уплотнения; опишите особенности применяемых конструкций уплотнений.
5. Подробно опишите технологию взаимного центрирования вала и уплотнения.
6. Приведите изображения, опишите принцип работы и основные элементы контактных и самоцентрирующихся уплотнений.
7. Изобразите треугольник скоростей движения газа в турбинных лопатках. Опишите основные его составляющие.
8. Подробно опишите явление помпажа: причины его возникновения, последствия, методы борьбы.
9. Приведите конструктивную схему ГТД с двухкаскадной системой нагнетания и расширения. Опишите основные ее конструктивные элементы.

Пример экзаменационного билета

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. Алексеева

Кафедра ЭУ и ТД

Дисциплина Газотурбинные двигатели

Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т

1. Опишите устройство водотрубного котельного агрегата с естественной циркуляцией.
2. Опишите инерционно-масляный воздухоочиститель и инерционный очиститель циклонного типа, особенности их применения, достоинства и недостатки.
3. Изобразите треугольник скоростей движения газа в компрессорных лопатках. Опишите основные его составляющие.

Зав. кафедрой ЭУ и ТД

Хрунков С.Н.

Полный фонд экзаменационных билетов для проведения промежуточной аттестации храниться на кафедре.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИТС

« ____ » _____ 2021 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

Б1.В.ОД.7 Газотурбинные двигатели

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров

Направление: 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Направленность: «Тепловые энергетические установки»

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2021 _____

Курс 4 _____

Семестр 7 _____

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1);

2);

3)

Разработчик (и): Чуваков Александр Борисович, к.т.н., доцент «__» _____ 2021 г.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭУ и ТД _____
_____ протокол № _____ от «__» _____ 2021 г.

Заведующий кафедрой _____

С.Н. Хрунков

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭУиТД _____ «__» _____ 2021 г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 2021 г.