

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

Образовательно-научный институт транспортных систем

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Тумасов А.В.
подпись ФИО

« 20 » июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.28 ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

для подготовки специалистов

Специальность: 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение»

Направленность (программы): «Самолетостроение»

Форма обучения: **очная**

Год начала подготовки: **2022, 2023**

Выпускающая кафедра: Кораблестроение и авиационная техника (КиАТ)

Кафедра-разработчик: Энергетические установки и тепловые двигатели (ЭУиТД)

Объем дисциплины: 216 час./ 6 з.е.

Промежуточная аттестация: **экзамен**

Разработчики: Крайнов А.А.,

Малахов А.В., доцент

Нижний Новгород, 2023

Рецензент: Корчагина Наталья Николаевна, начальник отдела подбора, оценки и развития персонала филиала ПАО «ОАК» - НАЗ «Сокол».

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение», утвержденного приказом МИНОБР-НАУКИ РОССИИ 4 августа 2020 № 877, на основании учебных планов, принятых УМС НГТУ: протокол № 16 от «06» апреля 2023 г. и протокол №21 от «18» мая 2023 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
«Энергетические установки и тепловые двигатели»
протокол заседания № 7 от « 16 » июня 2023 г.

Зав. кафедрой _____ С.Н. Хрунков
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____
Начальник МО _____ / Н.Р. Булгакова
(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	4
4. Структура и содержание дисциплины	7
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины	22
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	24
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	25
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ	26
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	26
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	27
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	29
Рецензия на рабочую программу дисциплины	33
Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	35

1.ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: подготовить студентов к решению профессиональных задач по теории тепловых машин и теплообменных аппаратов и теории теплообмена применительно к летательным аппаратам.

Задачи освоения дисциплины: овладение порядком и последовательностью выполнения работ при проведении тепловых расчетов, и закрепления их на практике при выполнении лабораторно-практических работ.

2.МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина “ Термодинамика и теплопередача ” включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Б1.Б.28 блока 1 и является обязательной. Эта дисциплина формирует общепрофессиональные компетенции, что является необходимым для изучения специальных дисциплин вариативной части.

3.КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение и освоение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1. Формируемые компетенции изучаемой дисциплиной

Код и наименование компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Использует теорию и основные законы в области естественнонаучных и общетехнических дисциплин. ИОПК-1.3. Использует методики решения общетехнических задач, методики компьютерного моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

В формировании компетенций, указанных в таблице 1, также участвуют дисциплины, указанные в таблице 2.

Таблица 2. Формирование компетенций совместно с другими дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры, формирования компетенций дисциплинами										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ОПК -1											
Начертательная геометрия	•										
Основы физических явлений и процессов	•										
Математика	•	•	•								
Химия		•									
Физика		•	•								
Теоретическая механика		•	•								
Инженерная графика		•	•								
Материаловедение		•									
Электротехника и электроника			•								
Сопротивление материалов			•								
Теория вероятностей и математическая статистика				•							
Аэродинамика				•							
Теория механизмов и машин				•							
Термодинамика и теплопередача					•						
Детали механизмов и машин					•						
Гидравлика и гидравлические машины					•						

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (ОП) указан в таблице 3.

Таблица 3. 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	
		<i>Знать:</i>	<i>Уметь:</i>	<i>Владеть:</i>	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Использует теорию и основные законы в области естественнонаучных и общетехнических дисциплин.	основные тепловые процессы и их нормируемые характеристики.	анализировать термодинамические процессы энергетических машин и установок	приемами расчетов термодинамических процессов тепловых двигателей	Учебно-практическая работа, результаты опроса на лекциях и практических занятиях	Экзаменационные билеты
	ИОПК-1.3. Использует методики решения общетехнических задач, методики компьютерного моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	принципы возникновения и приложения тепловых нагрузок в энергетических машинах.	учитывать специфику рабочих процессов энергетических машин с точки зрения термодинамики.	методиками расчетов тепловых процессов с учетом различных нагрузок.	Результаты опроса на лекциях и практических	Экзаменационные билеты

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **6** зач. ед. или 216 часов, распределение часов по видам работ в семестре представлено в таблице 4.

Таблица 4. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		5
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216	216
1. Контактная работа:	97	97
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	90	90
Лекции (Л)	45	45
Лабораторные работы (ЛР)	15	15
практические занятия (ПЗ)	30	30
1.2. Внеаудиторная, в том числе:	7	7
консультации по дисциплине	3	3
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	74	74
3. Подготовка к экзамену	45	45

4.2 Содержание дисциплины

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» состоит из лекционных, практических занятий и лабораторных работ. Лекционные занятия проводятся в потоке для двух групп в объеме 45 часов и все они предусмотрены в интерактивной форме в лекционной аудитории с мультимедийным оборудованием. Практические и лабораторные занятия предусмотрены по группам.

Содержание дисциплины по видам работ приведено в таблице 5.

Таблица 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
9 семестр									
ОК-1, ПК-1	Раздел 1. Основные понятия и определения					-	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, решение задач. Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям		Не предусмотрен
	Тема 1.1. Рабочее тело, термодинамическая система, термодинамическое состояние, свойства термодинамических систем, параметры состояния.	0,5	0,25	-	1	подготовка к обсуждению		0,75	
	Тема 1.2. Термодинамический процесс. Обратимые и необратимые термодинамические процессы. Основные причины необратимости реальных процессов. Энергия системы, теплота и работа. P-V - диаграмма.	0,5	0,5	-	-	-		1	
	Тема 1.3. Уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная. Универсальная газовая постоянная.	0,5	0,5		2	изучение литературы; изучение отдельных тем (вопросов), составление		1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
						конспекта;			
	Тема 1.4. Теплоемкость газов. Соотношения между ними. Зависимость теплоемкости от температуры. Истинная и средняя теплоемкость. Теплоемкость газовой смеси.	0,5	0,5	-	2	составление конспекта; чтение литературы;		1	
	Раздел 2. Первый закон термодинамики								
	Тема 2.1. Всеобщий закон сохранения и превращения энергии и его приложение к термодинамической системе. Принцип неосуществимости вечного двигателя первого рода.	0,5	1	-	1	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.		1,5	
ОК-1, ПК-1	Тема 2.2. Закрытая система. Работа расширения обратимого процесса. Внутренняя энергия. Математическое выражение первого закона для закрытой системы. Определение изменения внутренней энергии газа.	0,5	1	-	2	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, консультации по ходу выполнения расчетно-графической работы. Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	0,5	Не предусмотрен
	Тема 2.3. Открытая термодинамическая система. Располагаемая работа. Энтальпия. Математическое выражение первого закона для открытой системы. Определение изменения энтальпии.	1	-	-	-			1	
	Тема 2.4. Функции состояния и	0,5	-	-	-			0,5	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
	функции процесса. Энтропия. TS - диаграмма идеального газа.								
ОК-1, ПК-1	Раздел 3. Исследование обратимых процессов в идеальном газе						Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, консультации по ходу выполнения расчётно-графической работы. Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	3,5	Не предусмотрен
	Тема 3.1. Основные виды обратимых термодинамических процессов: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный. Их исследование. Политропные процессы и их анализ.	2	1,5	-	2	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.			
ОК-1, ПК-1	Тема 3.2. Исследование обратимого политропного процесса сжатия в компрессоре. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Определение затрачиваемой на сжатие работы. Многоступенчатое сжатие в компрессоре.	1	1,5	-	3	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, консультации по ходу выполнения расчётно-графической работы. Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	2,5	Не предусмотрен
	Раздел 4. Второй закон термодинамики								
	Тема 4.1. Базисные формулировки второго закона термодинамики.	0,5	1	-	-			Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
	Круговые процессы (циклы) и их роль в технике. Прямые и обратные циклы.						пресс-опрос по терминологии и основным понятиям		
ОК-1, ПК-1	Тема 4.2. Прямой обратимый цикл Карно. Свойства цикла Карно. Обратный цикл Карно. Регенеративный цикл. Принцип регенерации теплоты.	1	1	-	3	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, консультации по	2	Не предусмотрен
	Тема 4.3. Общая математическая характеристика обратимых и необратимых термодинамических процессов. Интегралы Клаузиуса. Эксергия термодинамической системы. Уравнение эксергетического баланса при обратимых и необратимых процессах.	0,5	1	-	4	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	ходы выполнения расчётно-графической работы. Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	1,5	
ОК-1, ПК-1	Раздел 5. Реальные рабочие тела тепловых машин					Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, решение задач.		Не предусмотрен
	Тема 5.1. Водяной пар. PV-диаграмма водяного пара. Определение параметров состояния насыщенного (сухого и влажного) и перегретого пара. Энтропийные диа-	2	0,5	-	2			2,5	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
	граммы (T-S и i-S) водяного пара.						Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям		
ОК-1, ПК-1	Тема 5.2. Термодинамические свойства влажного воздуха.	0,5	-	-	2	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, решение задач. Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	0,5	Не предусмотрен
	Тема 5.3. Процесс дросселирования газов и паров. Температурный дроссельный эффект. Температура инверсии. Дросселирование водяного пара.	1	0,5	-	-			1,5	
	Тема 5.4. Преобразование энергии в соплах и диффузорах. Скорость истечения и расход газа при изэнтропном обратимом течении газов и паров через сопло. Выбор формы канала сопла. Диффузоры.	1,5	1	-	4	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.		2,5	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
ОК-1, ПК-1	Раздел 6. Термодинамические циклы тепловых машин						Практические занятия:		Не предусмотрен
	Тема 6.1. Цикл Ренкина; термический КПД цикла; расход пара на турбину. Основные явления необратимости в паротурбинной установке. Пути повышения эффективности паротурбинных установок. Сложные циклы ПТУ.	2	1	-	2	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	дискуссия, доклад, сообщение. Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	3	
ОК-1, ПК-1	Тема 6.2. Общие принципы действия поршневых ДВС. Идеальный цикл с изохорным подводом теплоты. Идеальный цикл со смешанным и изобарным подводом теплоты. Термический КПД циклов. Сравнительный анализ циклов ДВС.	1,5	1	-	4	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, решение задач.	2,5	Не предусмотрен
	Тема 6.3. Идеальный цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном давлении. Оценка эффективности реальной ГТУ. Регенеративный цикл ГТУ.	1,5	2	-	3	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	2,5	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
	Сложные циклы ГТУ.								
ОК-1, ПК-1	Тема 6.4. Основные типы холодильных машин. Термодинамические циклы воздушно- и парокомпрессионной холодильной машины. Абсорбционные холодильные машины.	1,5	2	-	2	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, решение задач. Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	3,5	Не предусмотрен
	Раздел 7. Теплопроводность								
ОК-1, ПК-1	Тема 7.1. Температурное поле. Градиент температуры. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение Фурье.	1,5	-	-	5	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, решение задач.	1,5	Не предусмотрен
	Тема 7.2. Теплопроводность в плоских одно- и многослойных стенках при стационарном режиме. Теплопроводность в цилиндрических одно- и многослойных стенках при стационарном Приближенные	2,5	1	3	3	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	6,5	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
	формулы для расчета тонкостенных цилиндрических стенок.								
	Тема 7.3. Теплопроводность в шаровых стенках при стационарном режиме. Расчет теплопроводности в телах сложной формы.	1	1	-	-			2	
ОК-1, ПК-1	Раздел 8. Конвективный теплообмен								
	Тема 8.1. Теплоотдача. Основные факторы, определяющие интенсивность теплоотдачи. Аналитические и экспериментальные методы изучения конвективного теплообмена. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. Условия однозначности для процессов теплоотдачи.	3	2	-	6	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.		5	
	Тема 8.2. Основы теории подобия. Числа (критерии) подобия. Теоремы подобия. Основные числа теплового и гидромеханического подобия. Уравнение подобия теплоотдачи. Методика обработки опытных данных и составления уравнений подобия. Выбор определяющей темпера-	1	1	-	2	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.		2	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
	туры и определяющего линейного размера.								
ОК-1, ПК-1	Тема 8.3. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах.	1	1	-	2	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, решение задач. Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	2	Не предусмотрен
	Тема 8.4. Теплоотдача при поперечном обтекании труб	1	-	4	-			5	
	Тема 8.5. Теплоотдача при свободном движении. Теплоотдачи при свободном движении в неограниченном и в ограниченном объеме.	1	-	4	-			5	
	Раздел 9. Тепловое излучение								
	Тема 9.1. Природа теплового излучения. Коэффициенты поглощения, отражения и пропускания. Абсолютно черное, белое и прозрачное тело. Серое тело. Законы теплового излучения.	3	1		1	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, решение задач. Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	4	
	Тема 9.2. Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной средой (плоско-	1	1	4	4	Проработка лекционного материала и подготовка		6	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
	параллельные поверхности; тела в замкнутом пространстве). Приведенный коэффициент излучения системы тел.					к практическим занятиям.			
	Тема 9.3. Защита от теплового излучения - экраны. Особенности теплового излучения газов. Сложный теплообмен.	1	-	-	-			1	
	Раздел 10. Тепломассообмен при изменении агрегатного состояния вещества								
	Тема 10.1. Тепломассообмен при кипении жидкости в большом объеме. Механизм теплообмена. Зависимость коэффициента теплоотдачи и плотности теплового потока от температурного напора. Кризис кипения. Пленочный режим кипения. Определение коэффициента теплоотдачи	1	-		7	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, решение задач. Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	1	
	Тема 10.2. Обобщенные и частные эмпирические зависимости для определения коэффициента теплоотдачи. Особенности теплоотдачи при кипении жидкости в трубах.	1	-		-			1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
	Определение коэффициента теплоотдачи.								
	Тема 10.3. Тепломассообмен при конденсации пара. Пленочная, капельная конденсация. Пленочная конденсация насыщенного пара на вертикальной и горизонтальной стенках. Поправка на волновое движение пленки.	1	-		-			1	
	Тема 10.4. Критериальные уравнения теплоотдачи при конденсации. Факторы, влияющие на теплоотдачу при конденсации.	1	-		-			1	
	Раздел 11. Теплопередача								
	Тема 11.1. Теплопередача как сложный процесс теплообмена. Коэффициент теплопередачи и полное термическое сопротивление теплопередачи. Пути интенсификации теплопередачи.	1	2		2	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, решение задач.	3	
	Тема 11.2. Теплопередача через гладкие и оребренные стенки.	0,5	-		3	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим	Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	0,5	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
						занятиям.			
	Раздел 12. Основы тепловых расчетов теплообменных аппаратов								
	Тема 12.1. Классификация теплообменных. Основные схемы движения теплоносителей. Основные расчетные уравнения: уравнения теплового баланса и уравнение теплопередачи. Теплоемкость секундного расхода теплоносителя (водяной эквивалент теплоносителя), работающих по схемам прямоток и противоток	1	-		5	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	Практические занятия: дискуссия, доклад, сообщение, решение задач.	1	
	Тема 12.2. Определение коэффициента теплопередачи и среднего температурного напора в теплообменных аппаратах. Сравнение теплообменников работающих по семам прямоток и противоток.	0,5		-			Лекционные занятия: экспресс-опрос по терминологии и основным понятиям	0,5	
	Консультации по дисциплине Экзамен	-	-	-	45	Подготовка к экзамену		5	
	ИТОГО ЗА 5 СЕМЕСТР	45	30	15	74+45			95	
		216							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы					
	ИТОГО по дисциплине	216						95	

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

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: проверка знаний по темам лекционных занятий, проверяется готовность к практическим занятиям, лабораторным работам.

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к лекционным занятиям, проработку и закрепление пройденного лекционного материала, работу с рекомендуемой литературой, а также подготовку к экзаменам.

Текущий контроль осуществляется на лекционных занятиях. По завершении изучения темы преподаватель проверяет степень ее усвоения в виде экспресс-опроса по 15 минут в конце занятия.

На практических занятиях обучающиеся закрепляют пройденный лекционный материал. Работа ведется в активной форме. Обучающий докладывает предложенную тему, затем начинается дискуссия между студентами и преподавателем, выполняются решение задач в интерактивном режиме. На практических занятиях преподаватель проверяет степень подготовленности обучающегося к решению задач по дисциплине.

Промежуточная аттестация осуществляется на экзамене в устной или письменной форме.

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

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

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации знаний.

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по пятибалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» либо «зачет», «незачет» (таблица 6).

Таблица 6

Шкала оценивания	Экзамен
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

Критерии выставления оценок приведены в таблице 7.

Таблица 7. 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» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Использует теорию и основные законы в области естественнонаучных и инженерных дисциплин. ИОПК-1.3. Использует методики решения инженерных задач, методики компьютерного моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами. Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой	Способен логично мыслить, системно строит изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Таблица 8

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1	Ерофеев В.Л.	Теплотехника	<i>М.: Академкнига, 2008</i>	учебник	35
2	Малахов А.В.	Курс лекций по технической термодинамике, Ч1	Н.Новгород, НГТУ, 2013.	учебное пособие	52
3	Кудинов В.А. Карташов ЭМ Стефанюк Е.В.	Техническая термодинамика и теплопередача	М.: Изд-во Юрайт, 2013	учебник	22

6.2. Справочно-библиографическая литература

Таблица 9

№ п/п	Библиотечный номер	Автор(ы), заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1		Малахов В.А, Локтев А.В., Рамс Э.Э, Зимина Т.Н. Исследование идеальных циклов тепловых двигателей внутреннего сгорания	Н.Новгород, НГТУ, 2009.	Методические указания к выполнению расчетно-графической работы	71 + на кафедре
2		Зимина Т.Н. Техническая термодинамика	Н.Новгород, НГТУ, 2010.	Учебное пособие для студентов энергетических и машиностроительных специальностей	10 + на кафедре

6.3. Интернет ресурсы

При написании реферата и во время подготовки к экзамену используются Интернет - ресурсы в поисковой системе yandex, а также:

<http://www.sokolplant.ru/> - сайт авиастроительного завода «Сокол»;

<http://www.vonovke.ru/> - сайт «[Вся авиация](#). От сверхлегких самолетов до бизнес-джетов»;

<http://www.irkut.com.ru/> - сайт Иркутского авиастроительного завода.

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

Во время выполнения написания реферата, подготовки к занятиям используются: Интернет – ресурсы в поисковой системе yandex, а также:
<http://www.airwar.ru/>(Уголок неба. Большая авиационная энциклопедия)

Научная электронная библиотека e-LIBRARY.ru: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

Научно-техническая библиотека НГТУ:

- Электронный адрес: <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.html> ;
- Электронный каталог книг: <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.html> ;
- Электронный каталог периодических изданий:
<https://www.nntu.ru/content/nauka/resursy>

Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru> .

Электронные библиотечные системы:

- - ЭБС «Консультант студента» (Электронная библиотека технического ВУЗа):
<http://www.studentlibrary.ru> ;
- ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/> ;
- ЭБС Юрайт <https://biblio-online.ru/> .

Центр дистанционных образовательных технологий НГТУ

- Электронная библиотека: <http://cdot-nntu.ru/wp/электронный-каталог/>

7.2.Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Таблица 10. Перечень программного обеспечения НГТУ

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
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)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 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.nttu.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

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

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

Занятия по дисциплине «Введение в специальность» проводятся на базовом предприятии НАЗ «Сокол» - филиале АО «РСК «МиГ» в аудиториях учебного комбината. Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в таблице 10.

Таблица 12. Оснащенность аудиторий и помещений для лекционных, практических занятий и 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	Учебная аудитория №5 учебного комбината НАЗ «Сокол» г. Нижний Новгород, Чаадаева, 1 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Чаадаева, 1	Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на мультимедийный проектор,	Компетенция НАЗ «Сокол»
2	Аудитория №18 «Учебный класс авиационных конструкций» в учебном комбинате НАЗ «Сокол» г.Нижний Новгород, Чаадаева, 1 Учебный класс, оснащенный образцами авиационной техники для практического изучения конструкций 26пмолетов, выполнения практических работ, г.Нижний Новгород, Чаадаева, 1	• Образцы конструкции претпарированных самолетов МиГ-21УМ, М-101Т «Гжель», агрегаты конструкции самолета МиГ-31, МиГ-17 • Набор учебно-наглядных пособий, стенды систем • Комплект демонстрационного оборудования: • ПК – 1 шт.Проектор • Проектор – 1 шт.	Компетенция «НАЗ «Сокол»

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.

При необходимости, изучение дисциплины может быть организовано без непосредственного нахождения обучающегося на рабочем месте в вузе (дистанционная форма).

Для организации дистанционной работы направляется студентам ссылка для подключения.

При осуществлении образовательного процесса могут использоваться следующие дистанционные образовательные технологии:

- веб-конференции (для проведения консультаций);
- Skype, Zoom (для консультаций, текущего контроля);
- обмен документами и материалами через электронную почту или другие мессенджеры.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

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 5) . 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.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

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.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

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.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 10). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

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

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- оценку вовлечённости студентов в групповое обсуждение на практических и лекционных занятиях;
- оценка степени усвоенности лекционного материала по правильности решения задач обучающимся..

11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль осуществляется в форме устного собеседования.

Перечень экзаменационных вопросов:

1. Контрольные вопросы по термодинамике

1. Рабочее тело. Термодинамическая система. Термодинамическое состояние. Параметры состояния. Термодинамические процессы: обратимые и необратимые. Энергия, работа, теплота.
2. Уравнение состояния идеального газа. Газовые постоянные. P - V - диаграмма и ее свойства.
3. Первый закон термодинамики в условиях закрытой термодинамической системы. Работа расширения. Внутренняя энергия.
4. Первый закон термодинамики в условиях открытой расширенной термодинамической системы. Располагаемая работа. Энтальпия.
5. Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: изохорный процесс. (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в p - v и T - s диаграммах).
6. Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: изобарный процесс (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в p - v и T - s диаграммах).
7. Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: изотермический процесс (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в p - v и T - s диаграммах).
8. Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: адиабатный процесс (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в p - v и T - s диаграммах).
9. Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: политропный процесс. Классификация политропных процессов.
10. Термодинамические процессы в идеальном поршневом компрессоре. Сравнение изотермического, адиабатного и политропного процессов сжатия.
11. Базисные формулировки второго закона. Прямые и обратные циклы.
12. Прямой обратимый цикл Карно, его свойства.
13. Обратный обратимый цикл Карно, его свойства.
14. Обратимый регенеративный цикл. Принцип регенерации теплоты.
15. Общая математическая характеристика обратимых процессов.
16. Эксергия термодинамической системы. Энтальпийный и энтропийный компоненты эксергии. Уравнения эксергетического баланса для обратимых процессов.
17. Математическая характеристика необратимых термодинамических процессов. Уравнение эксергетического баланса при необратимых процессах.
18. Термодинамический цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме (цикл Отто).
19. Термодинамический цикл ДВС при постоянном давлении (цикл Дизеля).
20. Термодинамический цикл ДВС со смешанным подводом теплоты (цикл Тринклера).
21. Теплофизические свойства воды и пара. Определение внутренней энергии и энтальпии воды и пара. Удельная теплота парообразования. T - s и i - s - диаграммы водяного пара.
22. Дросселирование газов и паров. Температурный дроссельный эффект в идеальных и реальных газах. Температура инверсии.
23. Сопла и диффузоры (назначение и принцип действия). Термодинамические процессы в соплах и диффузорах. Определение скорости истечения и массового расхода через сопло.
24. Выбор формы канала сопла. Критическое отношение давлений. Анализ расчетных и нерасчетных режимов работы сопел.

25. Идеальный цикл паротурбинной установки (цикл Ренкина): работа, термический КПД, графическое изображение в $p-v$ и $T-s$ диаграммах.
26. Явления необратимости в ПТУ, пути повышения термического КПД ПТУ.
27. Сложные циклы ПТУ: цикл с промежуточным перегревом пара.
Сложные циклы ПТУ: регенеративный цикл.
29. Идеальный цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном давлении: работа, термический КПД и пути его повышения.
30. Оценка эффективности работы реальной ГТУ, пути повышения ее эффективного КПД.
31. Сложные циклы ГТУ: регенеративный цикл.
32. Сложные циклы ГТУ: цикл с промежуточным охлаждением рабочего тела в компрессоре.
33. Сложные циклы ГТУ: цикл с промежуточным подогревом рабочего тела в турбине.
34. Термодинамический цикл воздушно-компрессионной холодильной машины. Холодильный коэффициент ВКХМ и сравнение его с холодильным коэффициентом цикла Карно.
35. Термодинамический цикл паро-компрессионной холодильной машины. Холодильный коэффициент ПКХМ и пути его повышения.
36. Абсорбционная холодильная установка.

Контрольные вопросы по теплопередаче

1. Температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, линии теплового потока. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
2. Дифференциальное уравнение теплопроводности для тел без внутренних источников теплоты и с ними. Коэффициент температуропроводности.
3. Теплопроводность в однослойной плоской стенке при стационарном режиме.
4. Теплопроводность в многослойной плоской стенке при стационарном режиме. Соотношения между градиентами температуры и коэффициентами теплопроводности слоев.
5. Теплопроводность в однослойной цилиндрической стенке при стационарном режиме. Упрощенная формула для расчета цилиндрических стенок.
6. Теплопроводность в многослойной цилиндрической стенке при стационарном режиме. Соотношения между градиентами температуры и коэффициентами теплопроводности слоев.
7. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи, от каких факторов он зависит.
8. Уравнения теплообмена на границе раздела сред. Как передается теплота при ламинарном и турбулентном режимах движения теплоносителя.
9. Дифференциальное уравнение энергии для конвективной теплоотдачи.
10. Условия подобия физических процессов. Константы подобия, критерии подобия. Свойства критериев подобия. Теоремы подобия.
11. Условия гидромеханического подобия. Основные критериальные числа гидромеханического подобия.
12. Условия теплового подобия. Основные критериальные числа теплового подобия.
13. Общий вид уравнения подобия конвективного теплообмена. Определяющая температура и линейный размер. Получение уравнений подобия.
14. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в каналах. Участки гидромеханической и тепловой стабилизации. Критериальные уравнения подобия при турбулентном и ламинарном режимах движения.
15. Определение коэффициента теплоотдачи при течении жидкости в коротких и змеевиковых трубах. Теплоотдача в каналах не круглого сечения.

16. Теплоотдача при поперечном обтекании труб. Уравнение подобия при поперечном обтекании одиночных труб.
17. Теплоотдача при поперечном обтекании пучков труб. Критериальные уравнения подобия. Определение коэффициента теплоотдачи для пучков труб.
18. Природа свободного движения жидкости. Режимы движения и интенсивность теплоотдачи при свободном движении жидкости около вертикальных и горизонтальных труб, плит.
19. Уравнения подобия для расчетов теплоотдачи при свободном движении жидкости неограниченном объеме.
20. Теплоотдача при свободном движении жидкости в горизонтальных и вертикальных щелях. Эквивалентный коэффициент теплопроводности.
21. Тепловое излучение, его природа. Коэффициенты поглощения, отражения, пропускания. Абсолютно черное, белое и прозрачное тело. Серые тела.
22. Законы Планка и Вина. Спектральная интенсивность излучения.
23. Закон Стефана-Больцмана. Излучательная способность, коэффициент теплового излучения.
24. Закон Кирхгофа.
25. Теплообмен излучением между двумя плоскопараллельными твердыми телами. Приведенный коэффициент излучения системы тел.
26. Теплообмен излучением между двумя твердыми телами в замкнутом пространстве. Приведенный коэффициент излучения системы тел.
27. Защита от теплового излучения. Назначение и принцип действия экранов.
28. Особенности теплового излучения газов.
29. Теплообмен излучением между газом и твердой поверхностью. Приведенный коэффициент теплового излучения системы газ - твердая стенка.
29. Сложный теплообмен.
30. Теплопередача через плоские стенки. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление теплопередаче через плоские стенки.
31. Интенсификация теплопередачи. Теплопередача через ребренные стенки.
32. Теплопередача через цилиндрические стенки. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление теплопередаче через цилиндрические стенки.

Из экзаменационных вопросов составлены билеты. В каждом билете по 2 вопроса.

Пример экзаменационного билета:

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. Алексеева**

Кафедра _____ «Энергетические установки и тепловые двигатели»

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача»

Билет 1

1. Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: изохорный процесс. (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в $p-v$ и $T-s$ диаграммах).
2. Условия теплового подобия. Основные критериальные числа теплового подобия.

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

Промежуточная аттестации в форме компьютерного тестирования в СДО Moodle / eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ по дисциплине не предусмотрена, так как личное общение преподавателя и студента при очной форме обучения более эффективное.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ»

образовательной программы высшего образования
по направлению подготовки: 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение», направленность
(программы): «Самолетостроение»
квалификация выпускника – специалист

Корчагина Наталья Николаевна, начальник отдела подбора, оценки и развития персонала филиала ПАО «ОАК» - НАЗ «Сокол», (далее по тексту рецензент), провела рецензию рабочей программы дисциплины ОП ВО по указанному направлению, разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева» на кафедре «Кораблестроение и авиационная техника».

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам.

Программа дисциплины по цели, задачам и содержанию соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение».

Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОП ВО не подлежит сомнению.

Закрепленные за дисциплиной компетенции не вызывают сомнения в свете профессиональной значимости и соответствия содержанию дисциплины.

Представленная Программа составлена с использованием современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины ОП ВО по специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение», направленность (специализация) «Самолетостроение» соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций у обучающихся.

Рецензент

начальник отдела подбора, оценки и развития
персонала филиала ПАО «ОАК» - НАЗ «Сокол»

(подпись)



Корчагина Н.Н.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТС

_____ Тумасов А.В.

подпись

ФИО

« ____ » _____ 202_ г.

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

« _____ »

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки специалистов

Направление подготовки: 24.05.03 «Самолето-и вертолетостроение»

Специализация: Самолетостроение

Форма обучения: очная

Год начала подготовки:

Курс _____

Семестр _____

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):

Разработчик (и): _____

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

« ____ » _____ 202_ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кораблестроение и авиационная техника» протокол № ____ « ____ » _____ 202_ г.

Заведующий кафедрой

«Кораблестроение и авиационная техника» _____ « ____ » _____ 202_ г.

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой

«Кораблестроение и авиационная техника» _____ « ____ » _____ 202_ г.

Методический отдел УМУ: _____ « ____ » _____ 202_ г.