

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

Дзержинский политехнический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ **А.М.Петровский**
“ 26 ” _____ марта _____ 2025г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.14 ТЕПЛОТЕХНИКА

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность: Автомобили и автомобильное хозяйство

Форма обучения: очная/заочная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра Технологическое оборудование и транспортные системы

Кафедра-разработчик Химические и пищевые технологии

Объем дисциплины 108/3
 часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: к.т.н., доцент Чубенко М.Н.

Дзержинск 2025г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07 августа 2020 года № 916 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 20.03.2025 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Химические и пищевые технологии

протокол от 21.03.2025 № 8

Зав. кафедрой д.х.н, профессор _____ О.А. Казанцев
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой «Технологическое оборудование и транспортные системы»

к.т.н., доцент _____ В.А. Диков
(подпись)

Начальник ОУМБО _____ И.В. Старикова
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 23.03.03 - 14

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	7
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	17
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	23
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	24
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	25
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	25
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	26
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	29

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель освоения дисциплины:

- Целью освоения дисциплины является изучение теоретических основ теплотехники.

1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):

- применение основ теплотехники в расчетах тепловых процессов при эксплуатации автомобильного транспорта;
- знание основ теплообмена и теоретических циклов поршневых двигателей внутреннего сгорания.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) «Теплотехника» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математика, химия, экология, теоретическая механика.

Дисциплина «Теплотехника» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: техническое обслуживание и ремонт автотранспорта, подготовка и защита ВКР.

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.14 «Теплотехника» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) Таблица 1

Формирование компетенции ОПК-1 дисциплинами для очной формы обучения

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования компетенции							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		семестр		семестр		семестр		семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1	Математика								
	Физика								
	Химия								
	Гидравлика и гидропневмопривод								
	Теоретическая механика								
	Теплотехника								
	Электротехника и электроника								
	Техническая механика								

	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

для заочной формы обучения

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Курсы формирования компетенции				
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ОПК-1	Математика					
	Физика					
	Химия					
	Гидравлика и гидропневмопривод					
	Теоретическая механика					
	Теплотехника					
	Электротехника и электроника					
	Техническая механика					
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР					

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
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.6 Готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов. Демонстрирует понимание тепловых явлений и применяет законы термодинамики	Знать: содержание, предмет и задачи теплотехники и основные газовые законы технической термодинамики и теплообмена	Уметь: рассчитывать параметры состояния и использовать теоретические знания при выполнении практических задач	Владеть: навыками исследований теплообменных процессов при выполнении лабораторных работ.	Устный опрос, тестирование, выполнение практических заданий, собеседование и отчеты при сдаче лабораторных работ	Вопросы для устного собеседования.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед./108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл.3.

Формат изучения дисциплины: с использованием элементов электронного обучения

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	55	55
1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:	51	51
- лекции (Л)	17	17
- лабораторные работы (ЛР)	17	17
- практические занятия (ПЗ)	17	17
1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:	4	4
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	-	-
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата (доклада, эссе)	-	-
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	53	53
Вид промежуточной аттестации зачет с оценкой	зачет	зачет
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	108/3	108/3

для студентов заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	12	12
1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:	8	8
- лекции (Л)	4	4
- лабораторные работы (ЛР)	4	4
- практические занятия (ПЗ)		
1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том	4	4

числе:		
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	-	-
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся:		
- по проектированию: проект (работа)	-	-
- по выполнению РГР		
- по выполнению КР		
- по составлению реферата (доклада, эссе)		
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	92	92
Вид промежуточной аттестации зачет с оценкой	Зачет/4	зачет
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	108/3	108/3

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблице 4.

Таблица 4

Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной формы обучения

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанн ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
6 семестр									
ОПК-1, ИОПК-1.6	Тема 1.1. Предмет и задачи теплотехники	1	-	-	1	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 4-11	Устный опрос		
	Тема 2.1. Термодинамический процесс	4	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 11-67	Устный опрос, тестирование в системе ZOOM		
	Тема 2.1. Практическое занятие №1 Термодинамический процесс	-	-	5	4	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 11-67, 6.2.1: С. 3-125	Выполнение практических заданий		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанн ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.1. Реальные газы	2	-	-	4	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 29-41	Устный опрос		
	Тема 3.1. Практическое занятие №2 Реальные газы	-	-	7	4	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 29-41, 6.2.1: С. 170-208; 280-315	Выполнение практических заданий		
	Тема 4.1. Циклы ПТУ	2	-	-	4	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 89-100	Устный опрос		
	Тема 5.1. Циклы ДВС	3	-	-	4	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 81-108; 6.2.1: С. 126-130	Устный опрос		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанн ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 5.1. Практическое занятие №3 Расчет циклов двигателей внутреннего сгорания	-	-	5	6	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 81-108, 6.2.1: С. 126-169	Выполнение практических заданий		
	Тема 6.1. Циклы газотурбинных установок	2	-	-	4	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 89-100	Устный опрос		
	Тема 7.1. Основы теории теплопроводности	1	-	-	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 112-115; 127-167	Устный опрос, тестирование в системе ZOOM		
	Тема 7.1. Лабораторная работа №1 Определение коэффициента теплопроводности сыпучих материалов методом трубы	-	6	-	4	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.1.1: С. 112-	Собеседование		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанн ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						224, 6.2.3: С. 5-27			
	Тема 8.1. Конвективный теплообмен	1	-	-	2	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 112-127; 167-207	Устный опрос		
	Тема 8.1. Лабораторная работа №2 Исследование теплоотдачи горизонтальной трубы при свободном движении воздуха/Исследование теплоотдачи от поверхности вертикальной трубы при свободном движении воздуха	-	6	-	4	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.1.1: С. 112-224, 6.2.3: С. 27-49	Собеседование		
	Тема 9.1. Теплопередача	1	-	-	2	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 112-115; 219-224	Устный опрос		
	Тема 9.1. Лабораторная работа №3 Определение коэффициента	-	5	-	4	Подготовка отчета о лабораторной работе,	Собеседование		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработани ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	теплопередачи					подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.1.1: С. 112- 224, 6.2.3: С. 78-105			
	Самостоятельная работа				53				
	ИТОГО по дисциплине	17	17	17	53				

для студентов заочной формы обучения

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанны ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанны ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ОПК-1, ИОПК-1.6	Тема 1.1. Предмет и задачи теплотехники	0,4	-		1	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 4-11	Устный опрос		
	Тема 2.1. Термодинамический процесс	0,5	-		4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 11-67	Устный опрос, тестирование в системе ZOOM		
	Тема 2.1. Практическое занятие №1 Термодинамический процесс	-	-		4	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 11-67, 6.2.1: С. 3-125	Выполнение практических заданий		
	Тема 3.1. Реальные газы	0,4	-		4	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 29-41	Устный опрос		
	Тема 3.1. Практическое занятие №2 Реальные газы	-	-		10	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 29-	Выполнение практических заданий		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанн ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						41, 6.2.1: С. 170-208; 280-315			
	Тема 4.1. Циклы ПТУ	0,5	-		10	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 89-100	Устный опрос		
	Тема 5.1. Циклы ДВС	0,5	-		10	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 81-108; 6.2.1: С. 126-130	Устный опрос		
	Тема 5.1. Практическое занятие №3 Расчет циклов двигателей внутреннего сгорания	-	-		10	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 81-108, 6.2.1: С. 126-169	Выполнение практических заданий		
	Тема 6.1. Циклы газотурбинных установок	0,5	-		10	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 89-	Устный опрос		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанны х электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						100			
	Тема 7.1. Основы теории теплопроводности	0,4	-		10	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 112-115; 127-167	Устный опрос, тестирование в системе ZOOM		
	Тема 7.1. Лабораторная работа №1 Определение коэффициента теплопроводности сыпучих материалов методом трубы	-	1,5		5	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.1.1: С. 112-224, 6.2.3: С. 5-27	Собеседование		
	Тема 8.1. Конвективный теплообмен	0,4	-		10	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 112-127; 167-207	Устный опрос		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанны ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 8.1. Лабораторная работа №2 Исследование теплоотдачи горизонтальной трубы при свободном движении воздуха/Исследование теплоотдачи от поверхности вертикальной трубы при свободном движении воздуха	-	1,5		10	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.1.1: С. 112- 224, 6.2.3: С. 27-49	Собеседование		
	Тема 9.1. Теплопередача	0,4	-		5	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 112- 115; 219-224	Устный опрос		
	Тема 9.1. Лабораторная работа №3 Определение коэффициента теплопередачи	-	1		7	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.1.1: С. 112- 224, 6.2.3: С. 78-105	Собеседование		
	Самостоятельная работа				92				
	ИТОГО по дисциплине	4	4		92				

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

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы для собеседования при сдаче отчетов по лабораторным работам (пример).

Лабораторная работа «Определение коэффициента теплопроводности сыпучих материалов методом трубы»

1. Что представляет собой теплопроводность? Каким путем осуществляется теплопроводность в телах различного агрегатного состояния?
2. Что называется температурным полем? Написать его уравнение в общем виде.
3. Уравнение одномерного стационарного температурного поля.
4. Что такое изотермическая поверхность?
5. Что называется градиентом температуры и что он характеризует?
6. Формулировка и математическое выражение закона Фурье.
7. Что называется плотностью теплового потока?
8. Размерность и физическая сущность коэффициента теплопроводности.
9. От каких факторов зависит коэффициент теплопроводности?
10. В каких пределах измеряется величина коэффициента теплопроводности для твердых тел, жидкостей и газов?
11. Почему пористые материалы имеют низкий коэффициент теплопроводности?
12. Записать формулу для определения плотности теплового потока через плоскую однородную стенку.
13. Дать выражение термического сопротивления для плоской и цилиндрической стенок.
14. По какому закону измеряется температура в однородной плоской стенке при постоянной теплопроводности материала стенки?
15. Что представляет собой изотермические поверхности в неограниченной плоской стенке?
16. Какой характер имеют изотермические поверхности в неограниченной цилиндрической стенке?
17. Как измеряется температура в однородной цилиндрической стенке при постоянной теплопроводности материала стенки?
18. Записать формулу для определения теплового потока, передаваемого через однородную цилиндрическую стенку при стационарном режиме.
19. От каких величин зависит тепловой поток, передаваемый теплопроводностью через однородную плоскую стенку при стационарном режиме?
20. В чем состоит метод трубы для определения коэффициента теплопроводности?
21. Какие величины необходимо измерять для определения коэффициента теплопроводности методом пластины (плоской стенки)?

Лабораторная работа «Исследование теплоотдачи горизонтальной трубы при свободном движении воздуха»

1. Что представляет собой конвективный теплообмен?
2. Что называется процессом теплоотдачи?
3. Что понимают под свободным движением жидкости?
4. Характер изменения режима свободного движения и коэффициента теплоотдачи по высоте нагретой поверхности.
5. Каким образом происходит теплоотдача при ламинарном и турбулентном режиме?
6. Почему теплоотдача интенсивнее при турбулентном режиме, чем при ламинарном?
7. Закон Ньютона-Рихмана.

8. Размерность и физическое содержание коэффициента теплоотдачи.
9. От каких основных факторов зависит коэффициент теплоотдачи при свободном движении?
10. Выражения и физический смысл критерии подобия Нуссельта, Грасгофа, Прандтля, Релея.
11. С какой целью результаты опытов представляют в числах подобия?
12. Что представляют собой уравнения подобия и каковы их основные свойства?
13. Общий вид уравнения подобия теплоотдачи при свободном движении.
14. Какой вид имеет уравнение подобия теплоотдачи при свободном движении для газов одинаковой атомности?
15. Что называется определяющей температурой?
16. Методика определения теплового потока и коэффициент теплоотдачи в данной работе.
17. Как зависит коэффициент теплоотдачи при свободном движении от температурного напора?
18. Получение уравнения подобия по результатам данного опыта.

Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся (пример)

1. Величина, характеризующая степень нагретости тела:

- 1 энергия
- 2 давление
- 3 температура

2. При постоянном удельном объеме протекает процесс:

- 1 изобарный
- 2 изохорный
- 3 изотермический

3. Из каких процессов состоит цикл Карно:

- 1 двух изохорных и двух адиабатных
- 2 двух изотермических, адиабатного, изохорного
- 3 двух изотермических и двух адиабатных

4. Удельный объем определяется по формуле:

- 1 $\nu = m / V$
- 2 $\nu = V / m$
- 3 $\nu = m * V$

5. Термодинамическая система будет в равновесном состоянии, если во всех ее точках будут:

- 1 одинаковые масса и температура
- 2 одинаковые масса и давление
- 3 одинаковые давление и температура

6. Уравнения состояния идеального газа:

- 1 $PV = mRT$
- 2 $Pm = VRT$
- 3 $PR = mVT$

7. Необходимое условие преобразования тепловой энергии в механическую в тепловых двигателях:

- 1 разность температур
- 2 разность давления
- 3 разность удельного объема

8. Работа идеального газа равна нулю, если процесс

- 1 Изохорный;
- 2 Изотермический;
- 3 Изобарный;
- 4 Адиабатный;
- 5 Термодинамический

9. Если в некотором процессе работа газа и изменение его внутренней энергии равны по модулю, то такой процесс является

- 1 термодинамическим;
- 2 изотермическим;
- 3 изохорическим;
- 4 адиабатическим;
- 5 изобарическим.

Перечень вопросов для текущей аттестации обучающихся очной формы

1. Роль «Теплотехники» в подготовке инженеров для автомобильного хозяйства и автомобильной промышленности.
2. Термодинамические системы. Термодинамический процесс. Параметры состояния.
3. Уравнение состояния идеального газа изопроцессов.
4. Объединенный закон Бойля-Мариотта и Гей-Люссака.
5. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
6. Первый Закон термодинамики. Аналитическое выражение закона через внутреннюю энергию.
7. Внутренняя энергия. Составляющая внутренней энергии. Внутренняя энергия сложной системы.
8. Теплота и работа как функции процесса. Энергетический эквивалент.
9. Смесь идеальных газов. Кажущаяся молярная масса. Удельная газовая постоянная.
10. Теплоемкость как функция процесса. Массовая, объемная, молярная теплоемкости.
11. Изохорная и изоборная теплоемкости. Уравнение Майера. Физическая сущность универсальной газовой постоянной.
12. Истинная теплоемкость. Зависимость истинной теплоемкости от температуры. Средняя теплоемкость. Теплоемкость газовых смесей.
13. Энтальпия как функция состояния. Дифференциальное выражение энтальпии. Аналитическое выражение первого закона термодинамики через энтальпию.
14. Второй закон термодинамики. Равновесные процессы.
15. Энтропия. Дифференциальное выражение энтропии. Тепловая теорема Нернста.
16. Статистические формулировки второго закона термодинамики.
17. Принципы работы теплового двигателя. Термический КПД двигателя
18. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. «Тепловая» смерть вселенной.
19. Цикл Карно. Прямой обратимый цикл. Теорема Карно.
20. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент. Принципы работы теплового насоса.
21. Регенерация теплоты. Обобщенный регенеративный цикл Карно.
22. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы. Законы Гей-Люссака, Бойля-Мариотта.

23. Политропный процесс. Теплоемкость идеального газа в политропном процессе. Политропный процесс в P-V и T-S диаграммах.
24. Реальные газы. Уравнение Боголюбова-Майера. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критические параметры.
25. Парообразование. Водяной пар-пример реального газа. P-V диаграмма водяного пара.
26. Основные параметры пара. Влажный, сухой насыщенный пар. Перегретый пар.
27. T-S диаграмма водяного пара.
28. H-S диаграмма водяного пара.
29. Основные термодинамические процессы. Расчет этих процессов с помощью диаграмм водяного пара.
30. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц водяного пара и воды.
31. Термодинамические циклы паросиловых установок. Цикл Карно насыщенного пара. Регенерация теплоты.
32. Схема паросиловых (ПСУ) или газотурбинных установок (ГТУ). Цикл Ренкина. Термический КПД.
33. Пути повышения термического КПД ц.Ренкина.
34. Относительный внутренний, абсолютный внутренний КПД цикла Ренкина. Экономический КПД электростанции.
35. Основы теплофикации.
36. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Цикл с подводом количества теплоты в процессе $V=\text{const}$.
37. Цикл с подводом количества теплоты в процессе $P=\text{const}$. Характеристики цикла.
38. Цикл со смешанным подводом количества теплоты. Характеристики цикла.
39. Сравнение циклов поршневого ДВС.
40. Моторное топливо. Детонационная стойкость. Октановое и цетановое числа. Атмосферно-вакуумная перегонка нефти.
41. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Цикл с подводом количества теплоты в процессе $P=\text{const}$. Характеристики цикла.
42. Цикл ГТУ с подводом количества теплоты в процессе $V=\text{const}$. Характеристики цикла.
43. Сравнение циклов ГТУ. Методы повышения КПД ГТУ.
44. Способы переноса теплоты. Теплопроводность. Теплопроводность в телах различного агрегатного состояния.
45. Закон Фурье. Тепловой поток. Плотность теплового потока.
46. Термические сопротивления. Физический смысл коэффициента теплопроводности.
47. Методы определения коэффициента теплопроводности.
48. Конвекция. Свободный конвективный теплообмен.
49. Режимы свободного конвективного теплообмена. Метод определения режима теплообмена.
50. Закон Ньютона-Рихмана. Физический смысл коэффициента теплоотдачи.
51. Числа подобия и их физический смысл.
52. Критериальные уравнения и их основные свойства.
53. Режимы вынужденного конвективного теплообмена. Метод определения режима теплообмена.
54. Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана.
55. Процесс теплопередачи.
56. Физический смысл коэффициента теплопередачи.
57. Полное термическое сопротивление.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Виды работ	Количество подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы					Штрафные баллы
		1	2	3	4	5	За нарушение сроков сдачи
Тестирование	2	5	5				
Выполнение лабораторных работ	2	5	5				
- оформление отчетов	2	5	5				
- сдача коллоквиумов	2	10	10				
Выполнение практических работ	2	10	10				
Выполнений заданий для самостоятельной работы	2	5	5				
Посещение занятий	1	20					

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» 0-54% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.6 Готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов. Демонстрирует понимание тепловых явлений и применяет законы термодинамики	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основы теплотехники, основные газовые законы технической термодинамики и теплообмена, теоретические циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по основам теплотехники, основным газовым законам технической термодинамики и теплообмена, теоретическим циклам поршневых двигателей внутреннего сгорания. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.

			формулировании результатов и их решений		
--	--	--	---	--	--

Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) - зачтено	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, 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) - зачтено	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, 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) - зачтено	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, 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) – не зачтено	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, 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**

6.1.1 Чечеткин, А.В., Занемонец, М.А. Теплотехника: Учебник для вузов.- М.: Высшая школа, 1986.- 344 с.

6.1.2 Нащокин, В.В. Техническая термодинамика и теплопередача: Учебное пособие.- М: Высшая школа, 1980.- 469 с.

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

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.2.1 Рабинович, О.М. Сборник задач по технической термодинамике: учебное пособие. М.: Машиностроение, 1973.-344 с.

6.2.2 Шпаковский, Р.П. Техническая термодинамика: учебное пособие.- НГТУ, Н.Новгород, 2009.- 251с.

6.2.3 Шишкин В.И. Экспериментальное изучение процессов теплообмена. – Горький, ГПИ им. А.А. Жданова. 1983-119с

6.2.4 Циклы двигателей внутреннего сгорания: методические указания к выполнению расчетно-графической работы по курсу «Техническая термодинамика и теплотехники» для студентов направленности «Автомобили и автомобильное хозяйство»./ Сост. Ким П.П., Перетрутов А.А., Чубенко М.Н., Комаров В.А.- Н.Новгород. 2009-16 с.

6.2.5 Термодинамические основы процессов сжатия газов в поршневых компрессорах: методические указания по курсам «Термодинамика», «Техническая термодинамика и теплотехника» / сост. – Шпаковский Р.П.- Н.Новгород, 2004.

6.2.6 Исследование теплоотдачи горизонтальной трубы при свободном движении воздуха: [электронные текстовые данные] методические указания к лабораторной работе по курсам «Термодинамика», «Техническая термодинамика и теплотехника» / сост. – Шпаковский Р.П. -Дзержинск, 2013.

6.2.7 Определение коэффициента теплопроводности сыпучих материалов методом трубы: [электронные текстовые данные] методические указания к лабораторной работе по курсам «Термодинамика», «Техническая термодинамика и теплотехника» / сост. – Шпаковский Р.П.-Дзержинск, 2013.

6.2.8 Термодинамика процессов идеального газа: [электронные текстовые данные] методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по разделу курсовой (или контрольной) работы по дисциплинам «Термодинамика», «Техническая термодинамика и теплотехника» / сост. – Шпаковский Р.П.-Дзержинск, 2015.

6.2.9 Водяной пар. Паротурбинная установка: [электронные текстовые данные] методические указания к самостоятельной работе по дисциплинам «Термодинамика», «Техническая термодинамика и теплотехника» / сост. – Шпаковский Р.П.-Дзержинск, 2015.

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 информационных справочных систем

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 8

Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9

Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подпискаMSDN 700593597, подпискаDreamSpark Premium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice https://www.openoffice.org/ru/
3	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express https://www.mathcad.com/ru

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 10

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus
4	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	доступ из локальной сети

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.

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

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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 12

**Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной
работы обучающихся 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	1343 Аудитория для лекционных занятий Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1 шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
2	2202 Лаборатория «Теплотехника» Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Лабораторные установки по изучению теплопроводности материала, коэффициента теплоотдачи от поверхности горизонтальной и вертикальной трубы, коэффициента теплопередачи, укомплектованные электронными амперметрами, вольтметрами, регуляторами напряжения, измерителями температуры	
3	1234 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1 шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт.; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	• MicrosoftWindows 10 Домашняя (поставка с ПК) • LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО) • Foxit Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО)
4	1443а компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	• ПК на базе IntelCeleron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт. - ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подпискаDreamSpark Premium) • Apache OpenOffice 4.1.8(свободное ПО); • Mozilla Firefox(свободное ПО); • Adobe Acrobat Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО); • КонсультантПлюс(ГПД №

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
			0332100025418000079 от 21.12.2018);

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: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- текущий контроль знаний в форме тестирования и собеседования.

При преподавании дисциплины «Теплотехника», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, лабораторных и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

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

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях

обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

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, лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе обучающийся 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.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения 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 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.

Примерная тематика заданий

- 1 Определение теплоемкости газов.
- 2 Расчет газовых смесей.
- 3 Расчет циклов поршневых двигателей внутреннего сгорания.

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы 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, обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 12). 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.

10.6. Методические указания для выполнения контрольной работы обучающимися заочной формы

При выполнении контрольной работы рекомендуется проработка материалов лекций по темам, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

Выполнение контрольной работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине

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, обучающихся по дисциплине, проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение лабораторных работ;
- проведение практических занятий;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- выполнение заданий для самостоятельной работы.

11.1.1. Типовые задания к практическим занятиям

1. Рассчитать молекулярную массу, газовую постоянную, теплоемкости c_p и c_v , показатель адиабаты K газовой смеси.

2. Рассчитать количество подведенной и отведенной теплоты q_1 и q_2 , работу l , изменение внутренней энергии ΔU , энтальпии Δi и энтропии ΔS для изобарного, изохорного, изотермического и адиабатического процессов.

3. Рассчитать цикл ДВС со смешанным подводом тепла. Определить количество подведенной q_1 и отведенной q_2 теплоты, полезную работу цикла $l_{ц}$, термический КПД цикла η_t . Сравнить η_t с термическим КПД цикла Карно, имеющего одинаковые с рассчитанным циклом значения максимальной и минимальной температуры. Заданы

характеристики цикла $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$, $\lambda = \frac{\delta_3}{\delta_2}$, $\rho = \frac{v_4}{v_3}$ и параметры рабочего тела перед

началом процесса сжатия $t_1 = 20^\circ\text{C}$, $P_1 = 0,1$ МПа. Процессы сжатия и расширения – политропы с показателями n_{1-2} и n_{4-5} соответственно. Рабочее тело – газовая смесь заданного состава.

Исходные данные

№ варианта	N ₂	O ₂	CO ₂	Доли, которыми задан состав	ε	λ	Показатель политропы расширения n_{4-5}	ρ	Показатель политропы сжатия n_{1-2}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,72	0,04	0,07	массовые	8	1,0	1,35	1,9	K
2	0,73	0,05	0,06	объемные	10	1,1	K	1,8	1,25
3	0,74	0,06	0,05	мольные	11	1,2	1,35	1,7	1,3
4	0,75	0,07	0,06	массовые	12	1,3	1,35	1,6	K
5	0,76	0,08	0,05	объемные	13	1,4	K	1,5	1,3
6	0,75	0,07	0,05	мольные	14	1,5	1,35	1,4	1,25
7	0,74	0,06	0,06	массовые	15	1,6	1,3	1,3	1,3
8	0,73	0,05	0,05	объемные	16	1,7	K	1,2	1,35
9	0,72	0,04	0,06	мольные	17	1,8	1,35	1,1	1,3
10	0,71	0,05	0,07	массовые	18	1,9	1,3	1,0	1,25
11	0,74	0,04	0,07	объемные	8	1,9	1,35	1,9	K
12	0,73	0,05	0,06	мольные	10	1,5	1,3	1,8	1,25
13	0,72	0,08	0,07	массовые	8	1,0	1,35	1,7	K
14	0,73	0,07	0,06	объемные	10	1,1	K	1,6	1,25
15	0,74	0,06	0,05	мольные	11	1,2	1,35	1,5	1,3
16	0,75	0,05	0,06	массовые	12	1,3	1,35	1,4	K
17	0,76	0,06	0,07	объемные	13	1,4	K	1,3	1,3
18	0,75	0,06	0,06	мольные	14	1,5	1,35	1,2	1,25
19	0,74	0,04	0,05	массовые	15	1,6	1,3	1,9	1,3
20	0,73	0,05	0,07	объемные	16	1,7	K	1,8	1,25
21	0,72	0,06	0,06	мольные	17	1,8	1,35	1,7	1,3
22	0,71	0,07	0,07	массовые	18	1,0	1,3	1,6	1,25
23	0,72	0,08	0,06	объемные	8	1,1	1,35	1,5	K
24	0,72	0,07	0,05	мольные	10	1,2	1,3	1,4	1,25
25	0,73	0,06	0,07	массовые	11	1,3	1,35	1,3	K
26	0,74	0,05	0,06	объемные	12	1,4	K	1,2	1,3
27	0,75	0,04	0,05	мольные	8	1,5	1,35	1,1	1,3

28	0,76	0,05	0,07	массовые	10	1,6	1,35	1,0	1,25
29	0,75	0,07	0,06	объемные	11	1,7	<i>K</i>	1,9	1,3
30	0,74	0,05	0,05	мольные	12	1,8	1,35	1,8	<i>K</i>
31	0,73	0,06	0,07	массовые	13	1,9	1,3	1,7	1,3
32	0,72	0,05	0,06	объемные	14	1,0	<i>K</i>	1,6	1,25
33	0,71	0,04	0,05	мольные	15	1,1	1,35	1,5	<i>K</i>
34	0,72	0,05	0,07	массовые	16	1,2	1,3	1,4	1,25
35	0,72	0,07	0,06	объемные	17	1,3	<i>K</i>	1,3	1,3

Примечание. Кроме указанных в табл. 1 компонентов, рабочая смесь содержит водяной пар. *K* – показатель адиабаты рабочей смеси газов.

11.1.2. Типовые задания для лабораторных работ

Типовые задания для лабораторных работ приведены в методических указаниях по проведению лабораторных работ (6.2.3, 6.2.6, 6.2.7).

11.1.3. Типовые тестовые задания

Примеры тестовых заданий по дисциплине (оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Химические и пищевые технологии»):

Основы теории теплопроводности

1. Теплопроводность это

1. явление переноса теплоты путём непосредственного соприкосновения между частицами тела или между телами с различной температурой;
2. явление переноса теплоты при перемещении объёмов жидкости или газа в пространстве из области с одной температурой в область с другой;
3. процесс распространения тепловой энергии путём электромагнитных волн;
4. теплообмен между теплоносителями через разделяющую их стенку.

2. Температурное поле это

1. совокупность мгновенных значений температур во всех точках изучаемого пространства;
2. вектор, за положительное направление которого принимается направление в сторону возрастания температуры;
3. совокупность значений коэффициентов теплопроводности для данного тела при разных температурах;
4. уравнение зависимости температуры от физических свойств твердого, жидкого или газообразного тела.

3. Что такое изотермическая поверхность

1. поверхность равных температур
2. поверхность, температура которой зависит только от времени;
3. поверхность с различными температурами;
4. поверхность, температура которой зависит только от давления.

4. Что такое градиент температуры

1. совокупность мгновенных значений температур во всех точках изучаемого пространства;
2. вектор, за положительное направление которого принимается направление в сторону возрастания температуры;

3. совокупность значений коэффициентов теплопроводности для данного тела при разных температурах;
4. уравнение зависимости температуры от физических свойств твердого, жидкого или газообразного тела.

5. Коэффициент теплопроводности

1. численно равен удельному тепловому потоку в 1 Вт при градиенте температур в 1 градус через поверхность толщиной в 1 м
2. представляет собой мощность удельного теплового потока, проходящего от горячей жидкости к холодной через 1 м² поверхности стенки при разности температур между жидкостями в 1 К.
3. средняя температура между стенкой и теплоносителем;
4. вектор, за положительное направление которого принимается направление в сторону возрастания температуры.

Термодинамический процесс

1. При постоянном удельном объеме протекает процесс:

- 1 изобарный
- 2 изохорный
- 3 изотермический

2. Из каких процессов состоит цикл Карно:

- 1 двух изохорных и двух адиабатных
- 2 двух изотермических, адиабатного, изохорного
- 3 двух изотермических и двух адиабатных

3. Удельный объем определяется по формуле:

- 1 $\nu = m / V$
- 2 $\nu = V / m$
- 3 $\nu = m * V$

4. Термодинамическая система будет в равновесном состоянии, если во всех ее точках будут:

- 1 одинаковые масса и температура
- 2 одинаковые масса и давление
- 3 одинаковые давление и температура

5. Уравнения состояния идеального газа:

- 1 $PV = mRT$
- 2 $Pm = VRT$
- 3 $PR = mVT$

6. Работа идеального газа равна нулю, если процесс

- 1 Изохорный;
- 2 Изотермический;
- 3 Изобарный;
- 4 Адиабатный;
- 5 Термодинамический

7. Если в некотором процессе работа газа и изменение его внутренней энергии равны по модулю, то такой процесс является
- 1 термодинамическим;
 - 2 изотермическим;
 - 3 изохорическим;
 - 4 адиабатическим;
 - 5 изобарическим.

11.1.4. Типовые задания для самостоятельной работы обучающихся очной формы

1. Термодинамический процесс, реальные газы, циклы.
 1. Содержание, предмет и задачи теплотехники;
 2. Основные газовые законы технической термодинамики и теплообмена;
 3. Пути совершенствования и повышения КПД тепловых и холодильных машин, ПТУ, ГТУ;
 4. Теоретические циклы поршневых ДВС;
 5. Основные параметры цикла ДВС, водяного пара;
 6. Цикл Ренкина, термический КПД цикла;
 7. Пути повышения КПД цикла;
 8. Рассчитать параметры состояния;
 9. Функции состояния;
 10. Рассчитать циклы ДВС с изохорным и изобарным подводом количества теплоты, со смешанным подводом количества теплоты;
 11. Расчет идеальных газовых смесей;
2. Основы теории теплопроводности, конвективный теплообмен, теплопередача
 1. Что представляет собой теплопроводность?
 2. Что называется температурным полем?
 3. Что такое изотермическая поверхность?
 4. Градиент температуры и что он характеризует?
 5. Закон Фурье и математическое выражение закона.
 6. Что называется плотностью теплового потока?
 7. От каких факторов зависит коэффициент теплопроводности?
 8. Почему пористые материалы имеют низкий коэффициент теплопроводности?
 9. Что такое термическое сопротивление?
 10. Как изменяется температура в однородной плоской и цилиндрической стенках?
 11. Что представляет собой конвективный теплообмен?
 12. Что понимают под свободным движением жидкости?
 13. Каким образом происходит теплоотдача при ламинарном и турбулентном режиме?
 14. Закон Ньютона-Рихмана и математическое выражение.
 15. От каких факторов зависит коэффициент теплоотдачи при свободном движении?
 16. Выражения и физический смысл критерии подобия.
 17. С какой целью результаты опытов представляют в числах подобия?
 18. Что представляют собой уравнения подобия и каковы их основные свойства?
 19. Что называется определяющей температурой?
 20. Как зависит коэффициент теплоотдачи при свободном движении от температурного напора?
 21. Как определяют основные режимы движения?
 22. Когда имеет место переходный режим вынужденного движения?

23. Как происходит процесс теплоотдачи при ламинарном и турбулентном режимах?
24. Общий вид уравнения подобия теплоотдачи для вынужденного турбулентного движения.
25. Как зависит коэффициент теплоотдачи от скорости потока в трубе?
26. Что называется процессом теплопередачи?
27. Выражения для определения коэффициента теплоотдачи через однослойную многослойную плоскую стенку.
28. Что называется полным термическим сопротивлением теплопередачи?
29. Как зависит коэффициент теплопередачи от скорости потока воздуха?
30. Объяснить влияние на коэффициент теплопередачи частных термических сопротивлений.

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

Форма проведения аттестации по дисциплине – зачет: по результатам накопительного рейтинга или в форме устного зачета для обучающихся очной формы.

Перечень вопросов к зачету по дисциплине Б1.Б.14 «Теплотехника» (ОПК-1, ИОПК-1.6):

1. Роль «Теплотехники» в подготовке инженеров для автомобильного хозяйства и автомобильной промышленности.
2. Термодинамические системы. Термодинамический процесс. Параметры состояния.
3. Уравнение состояния идеального газа изопроцессов.
4. Объединенный закон Бойля-Мариотта и Гей-Люссака.
5. Уравнение Менделеева-Клайперона.
6. Первый Закон термодинамики. Аналитическое выражение закона через внутреннюю энергию.
7. Внутренняя энергия. Составляющая внутренней энергии. Внутренняя энергия сложной системы.
8. Теплота и работа как функции процесса. Энергетический эквивалент.
9. Смесь идеальных газов. Кажущаяся молярная масса. Удельная газовая постоянная.
10. Теплоемкость как функция процесса. Массовая, объемная, молярная теплоемкости.
11. Изохорная и изобарная теплоемкости. Уравнение Майера. Физическая сущность универсальной газовой постоянной.
12. Истинная теплоемкость. Зависимость истинной теплоемкости от температуры. Средняя теплоемкость. Теплоемкость газовых смесей.
13. Энтальпия как функция состояния. Дифференциальное выражение энтальпии. Аналитическое выражение первого закона термодинамики через энтальпию.
14. Второй закон термодинамики. Равновесные процессы.
15. Энтропия. Дифференциальное выражение энтропии. Тепловая теорема Нернста.
16. Статистические формулировки второго закона термодинамики.
17. Принципы работы теплового двигателя. Термический КПД двигателя
18. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. «Тепловая» смерть вселенной.
19. Цикл Карно. Прямой обратимый цикл. Теорема Карно.
20. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент. Принципы работы теплового насоса.
21. Регенерация теплоты. Обобщенный регенеративный цикл Карно.
22. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы. Законы Гей-Люссака, Бойля-

Марриота.

23. Политропный процесс. Теплоемкость идеального газа в политропном процессе. Политропный процесс в P-V и T-S диаграммах.
24. Реальные газы. Уравнение Боголюбова-Майера. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критические параметры.
25. Парообразование. Водяной пар-пример реального газа. P-V диаграмма водяного пара.
26. Основные параметры пара. Влажный, сухой насыщенный пар. Перегретый пар.
27. T-S диаграмма водяного пара.
28. H-S диаграмма водяного пара.
29. Основные термодинамические процессы. Расчет этих процессов с помощью диаграмм водяного пара.
30. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц водяного пара и воды.
31. Термодинамические циклы паросиловых установок. Цикл Карно насыщенного пара. Регенерация теплоты.
32. Схема паросиловых (ПСУ) или газотурбинных установок (ГТУ). Цикл Ренкина. Термический КПД.
33. Пути повышения термического КПД ц.Ренкина.
34. Относительный внутренний, абсолютный внутренний КПД цикла Ренкина. Экономический КПД электростанции.
35. Основы теплофикации.
36. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Цикл с подводом количества теплоты в процессе $V=\text{const}$.
37. Цикл с подводом количества теплоты в процессе $P=\text{const}$. Характеристики цикла.
38. Цикл со смешанным подводом количества теплоты. Характеристики цикла.
39. Сравнение циклов поршневого ДВС.
40. Моторное топливо. Детонационная стойкость. Октановое и цетановое числа. Атмосферно-вакуумная перегонка нефти.
41. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Цикл с подводом количества теплоты в процессе $P=\text{const}$. Характеристики цикла.
42. Цикл ГТУ с подводом количества теплоты в процессе $V=\text{const}$. Характеристики цикла.
43. Сравнение циклов ГТУ. Методы повышения КПД ГТУ.
44. Способы переноса теплоты. Теплопроводность. Теплопроводность в телах различного агрегатного состояния.
45. Закон Фурье. Тепловой поток. Плотность теплового потока.
46. Термические сопротивления. Физический смысл коэффициента теплопроводности.
47. Методы определения коэффициента теплопроводности.
48. Конвекция. Свободный конвективный теплообмен.
49. Режимы свободного конвективного теплообмена. Метод определения режима теплообмена.
50. Закон Ньютона-Рихмана. Физический смысл коэффициента теплоотдачи.
51. Числа подобия и их физический смысл.
52. Критериальные уравнения и их основные свойства.
53. Режимы вынужденного конвективного теплообмена. Метод определения режима теплообмена.
54. Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана.
55. Процесс теплопередачи.
56. Физический смысл коэффициента теплопередачи.
57. Полное термическое сопротивление.

Примерный тест для итогового тестирования:

Тема 1.1. Предмет и задачи теплотехники (ОПК-1, ИОПК-1.6)

Теплотехника это

1. область науки и техники, занимающаяся вопросами получения, преобразования и использования энергии;
2. мера интенсивности теплового движения молекул вещества;
3. область науки и техники, занимающаяся вопросами получения, преобразования и использования массы;
4. наука, изучающая законы снабжения потребителей теплом.

Тема 2.1. Термодинамический процесс (ОПК-1, ИОПК-1.6)

Из каких процессов состоит цикл Карно:

1. двух изохорных и двух адиабатных;
2. двух изотермических, адиабатного, изохорного;
3. двух изотермических и двух адиабатных;
4. изохорного, изотермического, адиабатного и политропного

Тема 3.1. Реальные газы (ОПК-1, ИОПК-1.6)

Насыщенным паром называется

1. пар, находящийся в динамическом равновесии с одноименной жидкостью;
2. пар, не содержащий в себе одноименной жидкости, имеющий температуру, равную температуре кипения жидкости при данном давлении;
3. пар, не находящийся в динамическом равновесии с одноименной жидкостью;
4. реальный газ, находящийся в состоянии, близком к плавлению.

Тема 4.1. Циклы ПТУ (ОПК-1, ИОПК-1.6)

Идеальными циклами паровых машин являются

1. цикл Карно и цикл Ренкина;
2. цикл Карно и цикл Дизеля;
3. цикл Дизеля и цикл Ренкина;
4. цикл Дизеля и цикл Тринклера.

Тема 5.1. Циклы ДВС (ОПК-1, ИОПК-1.6)

Цикл Отто состоит из

1. двух адиабатных и двух изохорных термодинамических процессов;
2. двух изотермических, адиабатного, изохорного;
3. двух изотермических и двух адиабатных;
4. изохорного, изотермического, адиабатного и политропного.

Тема 6.1. Циклы газотурбинных установок (ОПК-1, ИОПК-1.6)

Газотурбинная установка (ГТУ)

1. тепловой двигатель, в котором получение механической энергии вращения вала происходит при отсутствии возвратно-поступательного движения непосредственно за счет использования кинетической энергии газа;
2. тепловой двигатель, в котором получение кинетической энергии вращения вала происходит при отсутствии возвратно-поступательного движения непосредственно за счет использования механической энергии газа;
3. тепловой двигатель, в котором получение механической энергии вращения вала происходит при возвратно-поступательном движении непосредственно за счет использования кинетической энергии газа;
4. тепловой двигатель, в котором получение механической энергии вращения вала происходит при отсутствии возвратно-поступательного движения.

Тема 7.1. Основы теории теплопроводности (ОПК-1, ИОПК-1.6)

Теплопроводность это

1. явление переноса теплоты путём непосредственного соприкосновения между частицами тела или между телами с различной температурой;
2. явление переноса теплоты при перемещении объёмов жидкости или газа в пространстве из области с одной температурой в область с другой;
3. процесс распространения тепловой энергии путём электромагнитных волн;
4. теплообмен между теплоносителями через разделяющую их стенку.

Тема 8.1. Конвективный теплообмен (ОПК-1, ИОПК-1.6)

Конвекция это

1. явление переноса теплоты путём непосредственного соприкосновения между частицами тела или между телами с различной температурой;
2. явление переноса теплоты при перемещении объёмов жидкости или газа в пространстве из области с одной температурой в область с другой;
3. процесс распространения тепловой энергии путём электромагнитных волн;
4. теплообмен между теплоносителями через разделяющую их стенку.

Тема 9.1. Теплопередача (ОПК-1, ИОПК-1.6)

Теплопередача это

1. явление переноса теплоты путём непосредственного соприкосновения между частицами тела или между телами с различной температурой;
2. явление переноса теплоты при перемещении объёмов жидкости или газа в пространстве из области с одной температурой в область с другой;
3. процесс распространения тепловой энергии путём электромагнитных волн;
4. теплообмен между теплоносителями через разделяющую их стенку.

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования.

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых обучающемуся	Время на тестирование, мин.
100	9	15

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины.