

Филиал СамГУПС в г. Саратове

УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала  
СамГУПС в г. Саратове  
/Чирикова Л.И./  
« 28 » августа 2020 г.

## Б1.Б.20

### Термодинамика и теплопередача рабочая программа дисциплины (модуля)

год начала подготовки (по учебному плану) **2018**

актуализирована по программе **2020**

Кафедра	<b>Инженерные, гуманитарные, естественнонаучные и общепрофессиональные дисциплины</b>
Специальность	<b>23.05.03 Подвижной состав железных дорог</b>
Специализация	<b>Локомотивы</b>
Квалификация	<b>Инженер путей сообщения</b>
Форма обучения	<b>Заочная</b>
Объем дисциплины	<b>3 ЗЕТ</b>

Саратов 2020

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## 1.1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины – теоретическая и практическая подготовка инженеров путей сообщения по методам получения, передачи и использования теплоты; формирование у обучающихся научного мышления, в частности правильного понимания границ применимости различных термодинамических понятий, законов и умения оценить степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или теоретических методов исследования; выработка умения управлять тепловыми процессами при конструировании теплотехнического оборудования для обеспечения оптимальных его параметров.

Задачами дисциплины является формирование умений и навыков по следующим направлениям инженерной деятельности:

- знание основных понятий, законов и моделей термодинамики и теплообмена;
- знание и умение использования методов теоретического и экспериментального исследования в термодинамике и теплообмене;
- умение оценивать численные порядки величин, характерных для различных разделов термодинамики и теплообмена;
- умения выполнять тепловые расчеты и экспериментально определять характеристики теплотехнического оборудования.

## 1.2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

### Знать:

<b>Уровень 1 (базовый)</b>	основные понятия и законы термодинамики, термодинамические процессы и циклы, основные понятия и законы теории теплообмена, виды топлива и основы горения, холодильную и криогенную технику
<b>Уровень 2 (продвинутый)</b>	связи между различными термодинамическими и теплотехническими понятиями и законами, основные методы измерения теплотехнических величин
<b>Уровень 3 (высокий)</b>	области применения термодинамики и теплопередачи к исследованию явлений, процессов в природе и технике; основные закономерности для расчета и проектирования элементов и устройств различного физического принципа действия
<b>Уметь:</b>	
<b>Уровень 1 (базовый)</b>	применять основные законы термодинамики и теории теплообмена для решения практических задач, выполнять термодинамический анализ теплотехнических устройств
<b>Уровень 2 (продвинутый)</b>	применять основные законы термодинамики и теории теплообмена для анализа и решения практических задач, выполнять сравнительный термодинамический анализ теплотехнических устройств
<b>Уровень 3 (высокий)</b>	разрабатывать и предлагать план проведения термодинамического анализа теплотехнических устройств, формулировать выводы, оценивать соответствие выводов полученным данным, оценивать научную и прикладную значимость своей разработки

### Владеть:

<b>Уровень 1 (базовый)</b>	методами физико-математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств, основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия
<b>Уровень 2 (продвинутый)</b>	методами физико-математического описания широкого класса физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств, основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия, способностью к проведению экспериментов по заданной методике и анализу результатов с привлечением соответствующего математического аппарата
<b>Уровень 3 (высокий)</b>	методами физико-математического описания и моделирования широкого класса теплотехнических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств, основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия, готовностью к проведению измерений и наблюдений, составлению описания проводимых исследований, подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций

**ПК-19:** способностью выполнять расчеты типовых элементов технологических машин и подвижного состава на прочность, жесткость и устойчивость, оценить динамические силы, действующие на детали и узлы подвижного состава, формировать нормативные требования к показателям безопасности, выполнять расчеты динамики подвижного состава и термодинамический анализ теплотехнических устройств и кузовов подвижного состава

### Знать:

<b>Уровень 1</b>	основные явления и законы термодинамики, тепло- и массообмена, основные единицы измерения физических величин, законы превращения энергии в различных термодинамических процессах, принцип действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнологических устройств, применяемых в отрасли
------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Уровень 2	основные явления и законы термодинамики, тепло- и массообмена, основные единицы измерения физических величин, основные методы измерения физических величин, законы превращения энергии в различных термодинамических процессах, взаимосвязь основных физических понятий, принцип действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнологических устройств, применяемых в отрасли
Уровень 3	основные явления и законы термодинамики, тепло- и массообмена, физические величины и константы, их определение, смысл и единицы их измерений, основные методы измерения физических величин, законы превращения энергии в различных термодинамических процессах, взаимосвязь основных физических понятий, фундаментальные понятия и теории термодинамики и тепло-, массообмена, принцип действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнологических устройств, применяемых в отрасли

**Уметь:**

Уровень 1	применять основные законы термодинамики и теории теплообмена для решения практических задач, выполнять термодинамический анализ типовых элементов технологических машин и подвижного состава, выполнять термодинамический анализ теплотехнических устройств и кузовов подвижного состава
Уровень 2	применять основные законы термодинамики и теории теплообмена для анализа и решения практических задач, выполнять термодинамический анализ типовых элементов технологических машин и подвижного состава, выполнять термодинамический анализ теплотехнических устройств и кузовов подвижного состава
Уровень 3	разрабатывать и предлагать план проведения термодинамического анализа теплотехнических устройств, формулировать выводы, оценивать соответствие выводов полученным данным, , выполнять термодинамический анализ типовых элементов технологических машин и подвижного состава, выполнять термодинамический анализ теплотехнических устройств и кузовов подвижного состава

**Владеть:**

Уровень 1	методами теоретического и экспериментального исследования в теплотехнике, методами физико-математического описания теплотехнических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств, навыками выполнения термодинамических и тепломассообменных расчетов
Уровень 2	методами теоретического и экспериментального исследования в теплотехнике, методами физико-математического описания широкого класса теплотехнических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств, навыками выполнения термодинамических и тепломассообменных расчетов
Уровень 3	методами теоретического и экспериментального исследования в теплотехнике, методами физико-математического описания и моделирования широкого класса теплотехнических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств, навыками выполнения термодинамических и тепломассообменных расчетов, методами оценки и расчета проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности и охраны окружающей среды

**1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)**

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

основные законы термодинамики, тепло- и массообмена, законы превращения энергии в различных термодинамических процессах, принцип действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнологических устройств, применяемых в отрасли

**Уметь:**

решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики и тепло- и массообмена, выполнять термодинамический анализ теплотехнических устройств

**Владеть:**

методами термодинамического анализа теплотехнических устройств и кузовов подвижного состава

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций
<b>2.1 Осваиваемая дисциплина</b>		
Б1.Б.20	Термодинамика и теплопередача (ТДТП)	ОПК-13; ПК-19
<b>2.2 Предшествующие дисциплины</b>		
<b>2.3 Осваиваемые параллельно дисциплины</b>		
Б1.Б.19	Электротехника и электроника	ОПК-9; ОПК-13
Б1.Б.23	Сопротивление материалов	ОПК-7; ОПК-12; ПК-13; ПК-19
Б1.В.ДВ.02.01	Гидравлика и гидропривод	ОПК-13, ПК2
<b>2.4 Последующие дисциплины</b>		

Б1.Б.34	Основы механики подвижного состава	ОПК-7; ПК-13; ПК-19
Б1.Б.34.01	Основы механики подвижного состава (основы динамики подвижного	ОПК-7; ПК-19
Б1.Б.34.02	Основы механики подвижного состава (методы расчета на прочность подвижного состава)	ОПК-7; ПК-13; ПК-19

**3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

3.1 Объем дисциплины (модуля)	3 ЗЕТ
-------------------------------	-------

**3.2 Распределение академических часов по семестрам (для офо)/курсам( для зфо) и видам учебных занятий**

Вид занятий	№ семестра (для офо) / курса ( для зфо)																					
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РП	УП	РПД	УП	РПД	УП	РП	УП	РПД	УП	РПД
<b>Контактная работа:</b>			12	12																	12	12
<i>Лекции</i>			4	4																	4	4
<i>Лабораторные</i>			4	4																	4	4
<i>Практические</i>			4	4																	4	4
<i>Консультации</i>																						
<i>Инд. работа</i>																						
<b>Контроль</b>			4	4																	4	4
<b>Сам. работа</b>			92	92																	92	92
<b>ИТОГО</b>			108	108																	108	108

**3.3. Формы контроля и виды самостоятельной работы обучающегося**

Форма контроля	Семестр	Нормы времени на самостоятельную работу обучающегося	
		Вид работы	Нормы времени, час
Экзамен		Подготовка к лекциям	0,5 часа на 1 час аудиторных занятий
		Подготовка к практическим/ лабораторным занятиям	1 час на 1 час аудиторных занятий
Зачет	2	Подготовка к зачету	9 часов (офо)
Курсовой проект		Выполнение курсового проекта	72 часа
Курсовая работа		Выполнение курсовой работы	36 часов
Контрольная работа	2	Выполнение контрольной работы	9 часов
РГР		Выполнение РГР	18 часов
Реферат/эссе		Выполнение реферата/эссе	9 часов

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

Код занятия	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / курс	К-во ак. часов	Компетенции	Литература	Часы в интерактивной форме	
							К-во ак. часов	Форма занятия
	<b>Раздел 1. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ</b>							
1.1	Основные понятия и определения термодинамики. Термодинамическая система. Параметры состояния. Уравнение состояния идеального газа. Газовые смеси. Теплоемкость.	Ср.	2	10	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6		
1.2	Определение параметров насыщенного водяного пара. <i>или</i> Определение поверхностного натяжения воды в диапазоне температур. <i>или</i> Вязкость жидкости в диапазоне температур. <i>или</i>	Лаб.	2	2	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 М2 М3		

	Определение теплопроводности воздуха. <i>или</i> Определение коэффициента теплового излучения твердого тела.							
1.3	Энергетика термодинамической системы. Взаимодействие системы с окружающей средой. Первое начало термодинамики. Термодинамические процессы. Политропные процессы.	Лек.	2	2	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6	2	Проблемная лекция
1.4	Энергетика термодинамической системы. Первое начало термодинамики. Термодинамические процессы.	Пр.	2	2	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5		
1.5	Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Теорема Карно. Понятие энтропии. Изменение энтропии газа в термодинамических процессах. T-S диаграммы.	Ср.	2	10	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6		
1.6	Циклы энергетических установок. Изображения циклов в p-V и T-S диаграммах. Термодинамика потоков.	Ср.	2	10	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6		
1.7	Реальные газы и пары. Водяной пар. i-S диаграмма водяного пара. Влажный воздух. Химическая термодинамика.	Ср.	2	2	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6		
	<b>Раздел 2. ОСНОВЫ ТЕПЛО-МАССООБМЕНА</b>							
2.1	Теория теплообмена. Виды теплообмена. Теплопроводность. Уравнение Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	Лек.	2	2	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6		
2.2	Основной закон теплопроводности. Стационарная теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенок при граничных условиях I рода. Стационарная теплопроводность цилиндрической однослойной и многослойной стенок при граничных условиях I рода.	Пр.	2	2	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	2	Анализ конкретных ситуаций
2.3	Определение теплопроводности твердых материалов методом пластины. <i>или</i> Исследование процесса теплоотдачи при свободной конвекции вдоль вертикального цилиндрической поверхности методом имитационного моделирования. <i>или</i> Исследование коэффициента излучения электропроводящих материалов калориметрическим методом при имитационном моделировании процесса теплообмена. <i>или</i> Исследование процесса адиабатного истечения газа через сужающееся сопло при имитационном моделировании.	Лаб.	2	2	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 М2 М3		
2.4	Конвекция. Конвективный теплообмен. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Теория подобия. Критерии подобия. Тепловое излучение.	Ср.	2	18	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6		
2.5	Теплопередача. Интенсификация теплообмена. Основы тепло-, массообмена, тепломассообменные	Ср.	2	14	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4		

	устройства.					Л2.5 Л2.6		
	<b>Раздел 3. ТОПЛИВО И ОСНОВЫ ГОРЕНИЯ, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b>							
3.1	Топливо. Виды топлива. Основы горения. Применение теплоты в отрасли.	Ср.	2	11	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6		
	<b>Раздел 4. ПОДГОТОВКА К ЗАНЯТИЯМ</b>							
4.1	Подготовка к лекциям.	Ср.	2	2	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 М1		
4.2	Подготовка к практическим занятиям.	Ср.	2	4	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л 2.5 М1		
4.3	Подготовка к лабораторным работам.	Ср.	2	4	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 М1 М2 М3		
4.4	Подготовка и выполнение контрольной работы.	Ср.	2	9	ОПК-13 ПК-19	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 М1 М4		

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Основными этапами формирования компетенций в рамках дисциплины выступает последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем учебных занятий), которые отражены в разделе 4.

**Матрица оценки результатов обучения по дисциплине**

Код компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели оценивания компетенций)	Оценочные средства/формы контроля						
		Опрос по теории	Тестовое задание	Отчет по лабораторной работе	Доклад	Разбор и анализ конкретных ситуаций	Контрольная работа	Зачет
ОПК-13	знает	+	+					+
	умеет			+	+		+	+
	владеет					+	+	+
ПК-19	знает	+	+					+
	умеет			+	+		+	+
	владеет					+	+	+

**5.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

**КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК ПО ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ (ОПРОС ПО ТЕОРИИ)**

«Отлично» (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на задаваемые вопросы – не менее 95% от общего объема заданных вопросов.

«Хорошо» (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на задаваемые вопросы – не менее 75% от общего объема заданных вопросов.

«Удовлетворительно» (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на задаваемые вопросы – не менее 50% от общего объема заданных вопросов.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) - получают обучающиеся с правильным количеством ответов на задаваемые вопросы – менее 50% от общего объема заданных вопросов.

**КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**

«Отлично» (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 100 – 90% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Хорошо» (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 89 – 70% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Удовлетворительно» (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 69 – 40% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) - получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые

вопросы – менее 39% от общего объема заданных тестовых вопросов.

### **КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК ПО ЗАЩИТЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

**«Зачтено»** получают обучающиеся, выполнившие все физические измерения в соответствии с требованиями лабораторной работы, правильно выполнившие все необходимые расчеты по обработке результатов измерений в соответствии с требованиями лабораторной работы, оформившие отчет о выполнении лабораторной работы в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором представлены все результаты измерений, сделаны все необходимые расчеты без арифметических ошибок, сделаны обобщающие выводы, а также грамотно ответившие на 60% и более теоретических вопросов преподавателя по теме данной лабораторной работы.

**«Не зачтено»** получают обучающиеся, не выполнившие все физические измерения в соответствии с требованиями лабораторной работы, либо не выполнившие правильно все необходимые расчеты по обработке результатов измерений в соответствии с требованиями лабораторной работы, либо не оформившие отчет о выполнении лабораторной работы в соответствии с предъявляемыми требованиями, либо не ответившие на 60% и более теоретических вопросов преподавателя по теме данной лабораторной работы.

### **КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК ПО ПРЕДСТАВЛЕННОМУ ДОКЛАДУ**

**«Отлично»** (5 баллов) – обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, информация представлена в переработанном виде.

**«Хорошо»** (4 балла) – обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответ на вопросы, представляет наглядный материал, помогающий слушателям запомнить основные пункты выступления.

**«Удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности.

**«Неудовлетворительно»** (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы, демонстрирует отсутствие необходимой информации в презентации.

### **КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК ПО РАЗБОРУ КОНКРЕТНЫХ СИТУАЦИЙ**

**«Отлично»** (5 баллов) – студент рассматривает ситуацию на основе целостного подхода и причинно-следственных связей. Эффективно распознает ключевые проблемы и определяет возможные причины их возникновения.

**«Хорошо»** (4 балла) – студент демонстрирует высокую потребность в достижении успеха. Определяет главную цель и подцели, но не умеет расставлять приоритеты.

**«Удовлетворительно»** (3 балла) – студент находит связи между данными, но не способен обобщать разнородную информацию и на её основе предлагать решения поставленных задач.

**«Неудовлетворительно»** (0 баллов) – студент не может установить для себя и других направление и порядок действий, необходимые для достижения цели.

### **КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

**«Отлично»** (5 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

**«Хорошо»** (4 балла) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

**«Удовлетворительно»** (3 балла) – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

**«Неудовлетворительно»** (0 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Виды ошибок:

- грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, формул; незнание приемов решения физических задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.

- негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.

- недочеты: нерациональные приемы решения задач; арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата; отдельные погрешности в формулировке выводов по результатам решения; небрежное выполнение задания.

### **КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК ПО ИТоговому контролю в рамках промежуточной аттестации в форме зачета**

**«Зачтено»** – обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

**«Не зачтено»** – выставляется в том случае, когда студент демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

### **5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или)**

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ**

1. Основные понятия термодинамики. Уравнение МКТ, уравнение состояния.
2. Параметры состояния.
3. Законы идеальных газов.
4. Смеси идеальных газов. Способы задания смеси.
5. Энергетика термодинамической системы.
6. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры.
7. Термодинамические процессы.
8. Политропный процесс. Уравнение политропного процесса.
9. Первое и второе начала термодинамики.
10. Уравнение энергии газового процесса.
11. Энтальпия. Изменение энтальпии в термодинамических процессах.
12. Энтропия. Изменение энтропии в термодинамических процессах.
13. Термодинамические циклы. Термический КПД цикла.
14. Цикл Карно. Термический КПД цикла Карно. Необратимый цикл Карно.
15. Обратный цикл Карно.
16. Теорема Карно.
17. Течение газов Закон обращения воздействия. Сопла, диффузоры.
18. Определение скорости истечения газа из сопла. Критические параметры.
19. Определение работы идеального одноступенчатого компрессора.
20. Многоступенчатый компрессор.
21. Реальный компрессор.
22. Циклы двигателей внутреннего сгорания.
23. Циклы двигателей внешнего подвода теплоты.
24. Регенеративные циклы.
25. Реальные газы Уравнение Ван-Дер-Ваальса.
26. Водяной пар. I-S диаграмма водяного пара.
27. Влажный воздух. I-d диаграмма влажного воздуха.
28. Химическая термодинамика. Первое начало термодинамики применительно к химическим процессам.
29. Циклы газотурбинных установок.
30. Циклы паросиловых установок.
31. Изотермические поверхности. Температурный градиент.
32. Теплопроводность в газах, жидкостях, металлах.
33. Основной закон теплопроводности.
34. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
35. Частные случаи дифференциального уравнения теплопроводности.
36. Условия однозначности в процессах теплопроводности.
37. Физические свойства жидкости (газа).
38. Стационарная теплопроводность плоской однослойной стенки при граничных условиях I рода.
39. Стационарная теплопроводность плоской многослойной стенки при граничных условиях I рода.
40. Стационарная теплопроводность цилиндрической однослойной стенки при граничных условиях I рода.
41. Стационарная теплопроводность цилиндрической многослойной стенки при граничных условиях I рода.
42. Свободная и вынужденная конвекция.
43. Основное уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи
44. Теория подобия. Критерии подобия.
45. Теплопередача через плоскую однослойную стенку.
46. Теплопередача через плоскую многослойную стенку.
47. Тепломассообменные устройства.
48. Уравнение теплового баланса теплообменного аппарата.
49. Теорема Волова.
50. Вихревой эффект.
51. Холодильная и криогенная техника.
52. Топливо и основы горения.

Доклады или сообщения могут заслушиваться во время практических занятий.

**Темы докладов и сообщений**

1. Фундаментальные законы термодинамики. Понятие энтропии.
2. Сравнительный анализ циклов ДВС.
3. Теорема Карно и теорема Волова.
4. Теория подобия. Критериальные уравнения.



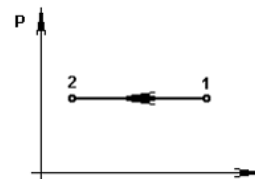
5. Конвективный теплообмен. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
6. Зависимость коэффициента теплоотдачи от условий теплообмена и физических свойств.
7. Виды теплообменных аппаратов.
8. Холодильная и криогенная техника.
9. Вторичные энергетические ресурсы.
10. Охрана окружающей среды.

### Примеры тестов для текущего контроля

#### Основные понятия и определения

1. Предметом технической термодинамики являются ...

- закономерности взаимного превращения тепловой и механической энергии и свойства тел, участвующих в этих превращениях
- закономерности взаимного превращения тепловой и механической энергии и масса тел, участвующих в этих превращениях
- закономерности взаимного превращения тепловой и механической энергии и объем тел, участвующих в этих превращениях
- закономерности взаимного превращения тепловой и механической энергии и сила этих превращениях (их в

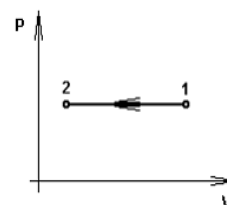


2. Параметрами состояния термодинамической системы являются ...

- $p, v, T$
- $p, v, \rho$
- $p, v, t$
- $v, T, \rho$

3. Температура и удельный объем в процессе 1 – 2, показанном на рисунке, соответственно ..

- уменьшается и уменьшается
- увеличивается и уменьшается
- увеличивается и увеличивается
- уменьшается и увеличивается



4. Температура и давление в процессе 1 – 2, изображенном на рисунке, соответственно ...

- уменьшается и остается постоянным
- увеличивается и остается постоянным
- остается постоянным и увеличивается
- остается постоянным и остается постоянным

5. Термодинамической системой называется ...

совокупность материальных тел, находящихся в механическом и тепловом взаимодействии друг с другом и с окружающими систему внешними телами

совокупность материальных тел, находящихся в гидравлическом взаимодействии друг с другом и с окружающими систему внешними телами

совокупность материальных тел, находящихся в механическом взаимодействии друг с другом и с окружающими систему внешними телами

совокупность микроскопических объектов, находящихся в механическом взаимодействии друг с другом

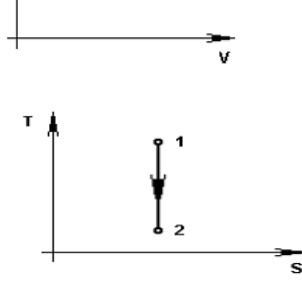
6. Объемные доли водорода и аргона  $\gamma_{H_2} = 10\%$ ,  $\gamma_{O_2} = 2\%$ . Массовая доля водорода равна \_\_\_ %.

- 0,24
- 24
- 2,4
- 10

#### Параметры состояния термодинамических систем

7. Если  $l = -1200$  кДж/кг,  $T_1 = 1000$  K,  $T_2 = 400$  K, то для процесса 1 – 2, показанного на рисунке, газовая постоянная равна \_\_\_ кДж/(кг·K).

- 2
- 0,5
- 2
- 0,5



8. Если  $T_1 = 1000\text{ K}$ ,  $v_1 = 3\text{ м}^3/\text{кг}$ ,  $T_2 = 10\text{ K}$ , то  $v_2 = \underline{\hspace{2cm}}\text{ м}^3/\text{кг}$ .

- 0,03
- 300
- 0,3
- 30

9. В процессе 1 – 2, показанном на рисунке, абсолютное давление и удельный объем, соответственно ...

- уменьшается, уменьшается
- увеличивается, уменьшается
- уменьшается, увеличивается

увеличивается, увеличивается

### **Смеси рабочих тел**

10. Механическая смесь сухого воздуха и водяного пара, называется ...

- влажным воздухом
- ненасыщенным влажным воздухом
- газом
- паром

11. Максимально возможное влагосодержание достигается при относительной влажности равной \_\_\_ %.

- 100
- 0
- 1
- 0,1

12. Отношение массы водяного пара  $m_{\text{п}}$ , содержащегося во влажном воздухе, к массе сухого воздуха  $m_{\text{в}}$  называется ...

- влагосодержанием
- относительной влажностью
- абсолютной влажностью
- точкой росы

### **Теплопроводность**

13. Наибольшим коэффициентом теплопроводности обладают ...

- чистые металлы
- жидкости
- газы
- огнеупоры

14. Физический смысл коэффициента температуропроводности состоит в том, что он характеризует ...

- скорость изменения температуры в теле
- способность тела проводить теплоту
- направление распространения теплоты в теле
- направление увеличения температуры в теле

## **5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

### **Описание процедуры оценивания по текущему контролю «Опрос по теории / Тестирование».**

Контроль выполненной самостоятельной работы осуществляется индивидуально, на занятиях, при тестировании; при этом оценивается уровень освоения обучающегося учебным материалом, умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических задач, обоснованность и четкость изложения ответа.

Тестирование по дисциплине проводится с использованием ресурсов электронной образовательной среды «Moodle» (режим доступа: <http://do.samgups.ru/moodle/>). Количество тестовых заданий и время задается системой. Во время проведения тестирования обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, справочной литературой, калькулятором.

Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с универсальной шкалой, приведенной в пункте 5.2.

### **Описание процедуры оценивания «Защита лабораторной работы».**

Оценивание итогов лабораторной работы проводится преподавателем, ведущим лабораторные работы.

По результатам проверки отчета по лабораторной работе обучающийся допускается к его защите при условии

соблюдения перечисленных условий:

- выполнены все задания;
- отсутствуют ошибки;
- оформлено в соответствии с требованиями.

В том случае, если содержание отчета не отвечает предъявляемым требованиям, то он возвращается автору на доработку. Обучающийся должен переделать отчет с учетом замечаний. Если сомнения вызывают отдельные аспекты отчета, то в этом случае они рассматриваются во время устной защиты.

Защита отчета по лабораторной работе представляет собой устный публичный отчет обучающегося о результатах выполнения, ответы на вопросы преподавателя.

Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

#### **Описание процедуры оценивания «Представленный доклад / Анализ и разбор конкретной ситуации».**

Контроль выполненной самостоятельной работы осуществляется индивидуально, на практических занятиях. При этом оценивается соответствие содержания темы работы, глубина и полнота раскрытия темы, логичность, связанность, доказательность.

Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

**Описание процедуры оценивания «Защита контрольной работы».** Оценивание проводится ведущим преподавателем по данной учебной дисциплине. По результатам проверки контрольной работы обучающийся допускается к ее защите при условии соблюдения перечисленных условий:

- выполнены все задания;
- сделаны выводы;
- отсутствуют ошибки;
- оформлено в соответствии с требованиями.

В том случае, если работа не отвечает предъявляемым требованиям, то она возвращается автору на доработку. Обучающийся должен переделать работу с учетом замечаний и предоставить для проверки вариант с результатами работы над ошибками. Если сомнения вызывают отдельные аспекты контрольной работы, то в этом случае они рассматриваются во время устной защиты работы.

Защита контрольной работы представляет собой устный публичный отчет обучающегося о результатах выполнения, ответы на вопросы преподавателя. Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

#### **Описание процедуры оценивания «Зачет».**

Зачет может проводиться как в форме устного или письменного ответа с последующим собеседованием на вопросы билета, так и в форме тестирования.

При проведении зачета в форме устного ответа на вопросы билета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать 0,25 часа. Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, справочной литературой, калькулятором. Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с универсальной шкалой, приведенной в пункте 5.2.

### **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

#### **6.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

##### **6.1.1. Основная литература**

	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Издательство, год</b>	<b>Кол-во</b>
<b>Л1.1</b>	Под ред. В. М. Филина	Гидравлика, пневматика и термодинамика : курс лекций. Стандарт третьего поколения / доп. М-вом образов. и науки РФ	Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2015	30
<b>Л1.2</b>	О. Н. Брюханов	Тепломассообмен : учебник для вузов. Стандарт третьего поколения / О. Н. Брюханов, С. Н. Шевченко ; рек. УМО.	Москва : ИНФРА-М, 2015.	15
<b>Л1.3</b>	Хашченко А.А., Калиниченко М.Ю., Вислогузов А.Н.	Техническая термодинамика и теплотехника : практикум	Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 107 с.	ЭБС BOOK.
<b>Л1.4</b>	В. П. Бурдаков, Б. В. Дзюбенко, С. Ю. Меснянкин	Термодинамика. В 2 ч. Ч. 1. Основной курс: учеб. пособие для вузов ; доп. УМО вузов РФ по образ. в обл. авиации, ракетостроения и космоса	М.: Дрофа, 2009	44
<b>Л1.5</b>	В. П. Бурдаков, Б. В. Дзюбенко, С. Ю. Меснянкин	Термодинамика. В 2 ч. Ч. 2. Специальный курс: учеб. пособие для вузов ; доп. УМО вузов РФ по образ. в обл. авиации, ракетостроения и космоса	М.: Дрофа, 2009	46

##### **6.1.2 Дополнительная литература**

	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Издательство, год</b>	<b>Кол-во</b>
--	----------------------------	-----------------	--------------------------	---------------

Л2.1	В. Д. Карминский	Техническая термодинамика и теплопередача: курс лекций для студ. вузов ж.-д. трансп.	М.: Маршрут, 2005	110
Л2.2	В. Д. Карминский	Техническая термодинамика и теплопередача [Электронное издание]: курс лекций для студ. вузов ж.-д. трансп.	М.: Маршрут, 2005	ЭИ ЭБС «Лань» <a href="http://e.lanbook.com/book/59062">http://e.lanbook.com/book/59062</a>
Л2.3	Кушнырев В.И., Лебедев В.И., Павленко В.А.	Техническая термодинамика и теплопередача: Учебник для вузов	Стройиздат, 1986	7
Л2.4	Под общей ред. В. И. Крутова	Теплотехника: Учебник для вузов / доп. Мин. высш. и средн. спец. образ. СССР	М.: Машиностроение, 1986	17
Л2.5	Под ред. В. И. Крутова, Г. Б. Петражицкого	Задачник по технической термодинамике и теории теплообмена : учеб. пособие для вузов	М. : Высш. шк., 1986.	5
Л2.6	Киселев, И.Г.	Теплотехника на подвижном составе железных дорог. [Электронный ресурс]	М. : УМЦ ЖДТ, 2008	ЭБС «Лань» <a href="http://e.lanbook.com/book/59072">http://e.lanbook.com/book/59072</a>

### 6.2 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
М1	В.Т. Волов, Е.В. Вилякина, Г.П. Токарев, Д.Б. Волов	Термодинамика и теплопередача: методические рекомендации к выполнению самостоятельных работ для обучающихся по специальности 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства, 23.05.03 – Подвижной состав железных дорог очной и заочной форм обучения (4207)	Самара : СамГУПС, 2016	ЭИ
М2	сост. В. Т. Волов	Методические указания. Ч. 2 [] : к вып. лаб. работ по Термодинамике и теплопередаче для обуч. по спец. 23.05.01 Наземные трансп.-технол. средства, 23.05.03 Подвижной состав ж. д., к вып. лаб. работ по Теплофизике для обуч. по напр. подгот. 20.03.01 Техносферная безопасность очн. и заоч. форм обуч. / М-во трансп. РФ, ФАЖТ, СамГУПС, Каф. ФХ ; [и др.]. (3946)	Самара : СамГУПС, 2016. - 48 с	36, есть электронная копия
М3	В.Т. Волов, Е.В. Вилякина, Г.П. Токарев, Д.Б. Волов.	Теплофизика, термодинамика и теплопередача : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 280700 – Техносферная безопасность, специальностей 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства, 23.05.03 – Подвижной состав железных дорог очной и заочной форм обучения. Часть 1. (3559)	Самара : СамГУПС, 2014	46, есть электронная копия
М4	сост.: В. Т. Волов [и др.]. -	Термодинамика и теплопередача [] : метод. указ. к вып. контр. работы для обуч. по спец. 23.05.01 Наземные трансп.-технол. средства; 23.05.03 Подвижной состав ж. д. заоч. формы обуч. / М-во трансп. РФ, ФАЖТ, СамГУПС, Каф. ЕН ;( 4420)	Самара : СамГУПС, 2017. - 34 с.	В лок. сети вуза

### 6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

	Наименование ресурса	Эл. адрес
Э1	–ЭБС СамГУПС, ресурс доступен с любых ПК после регистрации в библиотеке.	<a href="https://samgups.bibliotech.ru">https://samgups.bibliotech.ru</a>
Э2	- ЭБС издательства "Лань" (тематический пакет: Инженерно-технические науки (книги издательства «УМЦ ЖДТ»)). Ресурс доступен с любых ПК после регистрации с любого компьютера вуза.	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Э3	- ЭБС "BOOK.RU", ресурс доступен с любых ПК после регистрации с любого компьютера вуза.	<a href="http://book.ru/">http://book.ru/</a>
Э4	- ФГБОУ «Учебно-методический центр на железнодорожном транспорте». Доступ к полным версиям книг издательства возможен после регистрации на сайте МИИТа с любого ПК нашего университета.	<a href="http://library.miit.ru/miitb.php">http://library.miit.ru/miitb.php</a>
Э5	- Информационная система "Единое окно доступа к образовательным	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>

ресурсам" предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» в соответствии с учебным планом специальности 23.05.03 изучается в течение одного семестра на втором курсе (заочное обучение).

Программой предусмотрены теоретические занятия (лекции), практические занятия, лабораторные работы.

Теоретические занятия проводятся в составе потока, а практические занятия, лабораторные работы – в составе группы (полугруппы).

При проведении занятий используются печатные (учебники, пособия, справочники и методические разработки), демонстрационные (плакаты, лабораторное оборудование, приборы) и мультимедийные (слайд-фильмы, презентационные материалы на электронных носителях) средства обучения.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы. Содержание и структура лекционного материала должны быть направлены на формирование у обучающегося соответствующих компетенций и соотноситься с выбранными преподавателем методами контроля и оценкой их усвоения.

В ходе лекций обучающимся рекомендуется: - вести конспектирование учебного материала; - обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; - задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. В рабочих конспектах желательнее оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

Практические занятия включают самостоятельную проработку теоретического материала и изучение методики решения типичных задач. Некоторые задачи содержат элементы научных исследований, которые могут потребовать углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

Лабораторные работы направлены на закрепление теоретического материала и выработки навыков проведения экспериментальных научных исследований различных теплотехнических явлений и оценки погрешностей измерений, а также навыков работы с современной научно-исследовательской аппаратурой.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие ее формы:

- решение студентом самостоятельных задач обычной сложности, направленных на закрепление знаний и умений;
- выполнение индивидуальных заданий повышенной сложности, направленных на развитие у обучающихся научного мышления и инициативы.

Допуском к итоговому контролю в виде зачета является выполнение и защита всех лабораторных работ, предусмотренных п.4; решение индивидуальных заданий.

Подготовка к зачету предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- решение типовых задач;
- участие в проводимых контрольных опросах;
- тестирование по темам;
- участие в разборах конкретных ситуаций.

## **8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **8.1 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

**8.1.1** Текстовый процессор MS Word.

**8.1.2** Графический процессор MS Excel.

## **9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Лекционные, практические и лабораторные работы проводятся в соответствии с расписанием занятий в лаборатории теплофизики, включающей:

проектор, экран;

стенд ТКО теплотехника и термодинамика, включающий набор рабочих модулей, в том числе: ТП 001М, ТП003М, ТП 004М, ТП 005М, ТП 011М, ТП 014 М, ТД 005М; согласующее устройство П 4.1, ПЭВМ;

лабораторный комплекс ЛКТ-6М №25 «Теплопроводность и диффузия газов», включающий блок №1М «Свойства газов», в том числе модуль 06 «Теплопроводность газов», мультиметр М838, часы-секундомер Sunway, регулятор тока, блок питания, термопара, огнетушитель ОУ-2 с капиллярной насадкой;

лабораторный комплекс ЛКТ-7 № 15 «Свойства жидкости», включающий измерительную систему ИСТ-4К №30, блок приборный, блок «газ-жидкость», в том числе модуль 05 Автоклав - манометр, блок дросселей, капилляр-вискозиметр;

лабораторный комплекс ЛКТТ-7М №3 «Коэффициент теплового излучения твердого тела», включающий модуль функциональный МРТ-3, в том числе лампа накаливания цилиндрическая АЛН 12И 5 Вт, модуль измерительный Э4.М02, блок питания.