

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «07» июня 2021 г. № 78

**Б1.О.28 Теплотехника**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация – Грузовые вагоны

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма, 5 лет обучения; заочная форма, 6 лет обучения

Кафедра-разработчик программы – Вагоны и вагонное хозяйство

Общая трудоемкость в з.е. – 4      Формы промежуточной аттестации в семестрах  
Часов по учебному плану – 144      очная форма обучения:  
зачет 3  
заочная форма обучения:  
зачет 3

**Очная форма обучения      Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	Итого
Число недель в семестре	17	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
– лекции	17	17
– практические (семинарские)	34	34
– лабораторные	17	17
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

**Заочная форма обучения      Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	2	Итого
Вид занятий	Часов по УП	
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
– лекции	4	4
– практические (семинарские)	8	8
– лабораторные	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>124</b>	<b>124</b>
<b>Зачет</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

УП – учебный план.

ИРКУТСК



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, утверждённым приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215.

Программу составил:  
к.т.н., доцент, доцент

А.С. Матвиенко

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», протокол от 04.06.2021 г. № 9.  
Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент

А.А. Тармаев

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели преподавания дисциплины</b>	
1	формирование у обучающихся на репродуктивном и творческом уровне навыков применения знаний по основным законам и процессам взаимопревращения тепловой и механической форм энергии, и распределению тепла, применительно к элементам железнодорожных вагонов и энергетическим установкам железнодорожного транспорта
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	сформировать у студентов умение проводить теплотехнические расчеты; выполнять анализ характеристик различных энергетических установок железнодорожного транспорта

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
Учебная дисциплина Б1.О.28 «Теплотехника» относится к обязательной части Блока 1. Изучение дисциплины «Теплотехника» основывается на знаниях обучаемых, полученных при изучении дисциплины Б1.О.07 «Математика», Б1.О.08 «Информатика», Б1.О.11 «Физика», Б1.О.12 «Химия».	
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
Учебная дисциплина «Теплотехника» является предшествующей для дисциплин Б1.О.46 «Нетяговый подвижной состав», Б1.О.52 «Конструирование и расчет вагонов»	

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	ОПК-1.2 Применяет методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперименты по заданной методике и анализирует их результаты	<b>Знать:</b> основы термодинамики и теплопередачи, алгоритм выполнения лабораторных работ
		<b>Уметь:</b> проводить расчет с использованием основных законов термодинамики и теплопередачи, анализировать результаты эксперимента
		<b>Владеть:</b> методикой расчета и анализа теплотехнических устройств, навыками самостоятельного формулирования выводов по результатам исследования

<b>4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>												
Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Семестр	Очная форма				Курс/сессия	Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции
			Часы					Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	Раздел 1. Техническая термодинамика	3					2/1				50	ОПК-1.2
1.1	Введение. Физические основы термодинамики. 1.Основные понятия и определения, исходные положения термодинамики. 2.Реальный и идеальный газ. 3.Параметры состояния идеального газа /Лек/	3	2				2/1	1				
1.2	Физические основы термодинамики. 1.Уравнение состояния, виды уравнения. 2.Теплоемкость. 3.Основные энергетические характеристики тер-	3	2				2/1	0,5				

	модинамических систем /Лек/												
1.3	Физические основы термодинамики /Пр/	3		2			2/1						
1.4	Основные законы термодинамики. 1.Первый закон термодинамики. 2.Термодинамические процессы в газах. 3.Понятие цикла. /Лек/	3	2				2/1						
1.5	Основные законы термодинамики /Пр/	3		8			2/1						
1.6	Исследование термодинамических процессов в физических системах /Лаб/	3			1		2/1			2			
1.7	Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении /Лаб/	3			2		2/1						
1.8	Основные законы термодинамики. 1.Второй закон термодинамики. 2.Термический к.п.д. цикла. 3.Цикл Карно. 4.Энтропия /Лек/	3	2				2/1						
1.9	Циклы тепловых машин. 1.Циклы двигателей внутреннего сгорания. 2.Циклы газотурбинных установок /Лек/	3	2				2/1	0,5					
1.10	Циклы тепловых машин /Пр/	3		8			2/1		4				
1.11	Циклы холодильных машин /Лек/	3	2				2/1						
1.12	Выполнение расчетно-графической работы «Расчет газовых циклов тепловых двигателей»	3				10	2/1						
1.13	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим и лабораторным занятиям раздела 1	3				28	2/1						
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Теплопередача</b>	3					2/1				24		ОПК-1.2
2.1	Теплопроводность. 1.Основы учения о теплопроводности. 2.Теплопроводность однослойной и многослойной стенок /Лек/	3	2				2/1	1					
2.2	Теплопроводность /Пр/	3		4			2/1		4				
2.3	Исследование теплопроводности различных материалов методом цилиндрического слоя /Лаб/	3			2		2/1						
2.4	Конвективный теплообмен. 1.Физические основы процесса. 2.Теплообмен при свободном движении теплоносителя. 3.Теплообмен при вынужденном движении теплоносителя /Лек/	3	1				2/1	0,5					

2.5	Конвективный теплообмен /Пр/	3		4			2/1					
2.6	Исследование конвективного теплообмена при свободном движении теплоносителя /Лаб/	3			4		2/1			2*		
2.7	Исследование конвективного теплообмена при вынужденном движении теплоносителя /Лаб/	3			4		2/1					
2.8	Теплообмен излучением. 1.Основные понятия и законы теплового излучения. 2.Особенности излучения реальных тел /Лек/	3	1				2/1	0,5				
2.9	Теплообмен излучением /Пр/	3		4			2/1					
2.10	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим и лабораторным занятиям раздела 2	3				26	2/1					
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Теплообменные аппараты</b>	3					2/1				20	ОПК-1.2
3.1	Теплообменные аппараты. 1.Классификация теплообменных аппаратов. 2.Конструктивные особенности теплообменных аппаратов. /Лек/	3	0.5				2/1					
3.2	Теплообменные аппараты /Пр/	3		4			2/1					
3.3	Исследование процесса теплопередачи теплообменного аппарата /Лаб/	3			4		2/1			2*		
3.4	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим и лабораторным занятиям раздела 3	3				8	2/1					
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Топливо и его сжигание в теплосиловых установках железнодорожного транспорта</b>	3					2/1				10	ОПК-1.2
4.1	Виды топлива. Основы горения топлива. 1.Общая характеристика топлив. 2.Особенности горения жидкого топлива. 3. особенности горения газообразного топлива. 4. Особенности горения твердого топлива /Лек/	3	0.5				2/1					
4.2	Проработка лекционного материала раздела 4	3				4	2/1					
	Выполнение КР «Термодинамика и теплопередача»						2/1				20	

2\*- выполняется одна из работ по выбору студента.

**5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

по дисциплине: оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

<b>6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>				
<b>6.1 Учебная литература</b>				
<b>6.1.1 Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.1.2	И.Г. Киселев	Теплотехника на подвижном составе железных дорог: Учебник для вузов ж.-д. транспорта	Транспортная книга, 2008	32
		Теплотехника на подвижном составе железных дорог. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: УМЦ ЖДТ, 2008. — 278 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/59072">http://e.lanbook.com/book/59072</a>	Издательство Лань	100% онлайн
6.1.1.2	В.Д. Карминский	Техническая термодинамика и теплопередача: Курс лекций	Маршрут, 2005	72
		Техническая термодинамика и теплопередача. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: УМЦ ЖДТ, 2005. — 224 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/59062">http://e.lanbook.com/book/59062</a>	Издательство Лань	100% онлайн
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.2.1	В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер	Теплотехника: Учебник для вузов	Высшая школа, 2005	99
6.1.2.2	В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк	Техническая термодинамика и теплопередача	Юрайт, 2013	24
<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.3.1	Б.П. Корольков, А.С. Матвиенко	Термодинамика и теплопередача. Теплофизика: Лабораторный практикум	ИрГУПС, 2015	96
6.1.3.2	Е.М. Бронникова, А.С. Матвиенко	Расчет газовых циклов тепловых двигателей: Задание с методическими указаниями к выполнению расчетно-графической работы	ИрГУПС, 2015	89
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
6.2.1	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=DQbugnlg0_c">http:// www.youtube.com/watch?v=DQbugnlg0_c</a>			
6.2.2	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=zS_duXfgZFc">http://www.youtube.com/watch?v=zS_duXfgZFc</a>			
6.2.3	<a href="http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/8f5d7210-86a6-11da-a72b-0800200c9a66/21773/">http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/8f5d7210-86a6-11da-a72b-0800200c9a66/21773/</a>			
6.2.4	<a href="http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5076.html">http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5076.html</a>			
6.2.5	<a href="http://www.coolreferat.com/">http://www.coolreferat.com/</a>			
6.2.6	<a href="http://www.rovlan.narod.ru/">http://www.rovlan.narod.ru/</a>			
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>				
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows 7 Professional, лицензия № 49379844, обновление - контракт №0334100010018000027-0000756-02 от 28.05.2018 АО СофтЛайн Трейд, обновление - контракт № 0334100010019000029-0000756-02 от 17.09.2019г. АО СофтЛайн Трейд, контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд Windows Edu Per Device 10 Education, Соглашение № V6760694, обновление - контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд			

6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, Лицензия № 48288083, обновление - контракт №0334100010018000027-0000756-02 от 28.05.2018 АО СофтЛайн Трейд, обновление - контракт № 0334100010019000029-0000756-02 от 17.09.2019г. АО СофтЛайн Трейд, обновление - контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд; Office Professional 2019 - Соглашение № V0709762, контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд; LibreOffice v. 5.2, свободно распространяемое ПО, <a href="https://ru.libreoffice.org">https://ru.libreoffice.org</a>
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>	
6.3.2.1	Использование специализированного программного обеспечения не предусмотрено
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Использование информационных справочных систем не предусмотрено
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Использование правовых и нормативных документов не предусмотрено

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521
3	Учебная лаборатория «Термодинамика и теплопередача», корпус Е, ауд. 201/1 включающая в себя шесть лабораторных стендов: 1) Лабораторный стенд для исследования термодинамических процессов в физических системах; 2) Лабораторный стенд для определения теплоемкости воздуха при постоянном давлении; 3) Лабораторный стенд для определения коэффициента теплопроводности материалов методом цилиндрического слоя; 4) Лабораторный стенд для определения коэффициента теплоотдачи при свободном движении теплоносителя; 5) Лабораторный стенд для определения коэффициента теплоотдачи при вынужденном движении теплоносителя; 6) Лабораторный стенд для определения коэффициента теплопередачи теплообменного аппарата. Каждый стенд управляется персональной ЭВМ и входит во внутреннюю локальную сеть под управлением компьютера преподавателя
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др. Не забывайте, что ваш конспект должен легко восприниматься зрительно (чтобы максимально использовать «зрительную» память), поэтому он должен быть аккуратным. Выделите заголовки, отделите один вопрос от другого, соблюдайте абзацы, подчеркните термины
Практическое занятие	При подготовке практическому занятию студент должен ориентироваться на список рекомендованной литературы и задание, выданное лектором накануне занятия. Ответ на практическом занятии должен отличаться ясностью и четкостью изложения, чтобы этого до-

	<p>стичь рекомендуется составлять конспект ответа, выписывать ключевые цитаты из информационных источников по курсу. Также на практическом занятии возможно дополнение к ответам других студентов</p>
Лабораторное занятие	<p>При подготовке к лабораторному занятию необходимо повторить соответствующий лекционный материал (используя краткое его изложение в пункте «Общие сведения» лабораторного практикума), изучить описание лабораторной установки, усвоить методику проведения эксперимента и обработки полученных данных, подготовить заготовку бланка отчета с использованием ЭВМ либо в рукописном варианте</p>
РГР	<p>Перед выполнением расчетно-графической работы внимательно изучить рекомендованное методическое пособие. В соответствии с рекомендацией осуществить выбор варианта задания. В процессе выполнения расчетов руководствоваться приводимым в методическом пособии примером выполнения аналогичной работы. Самостоятельно выполнить оценку точности полученных расчетов. При выполнении графической части задания руководствоваться стандартами и правилами, представленными в методическом пособии «Положение «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017</p>
Контрольная работа	<p>Перед выполнением контрольной работы внимательно изучить рекомендованное методическое пособие. В соответствии с рекомендацией осуществить выбор варианта задания. В процессе выполнения расчетов руководствоваться приводимым в методическом пособии примером выполнения аналогичного задания. При выполнении графической части задания руководствоваться стандартами и правилами, представленными в методическом пособии «Положение «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Теплотехника» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. На самостоятельную работу отводится 76 часов по очной форме обучения и 124 часа по заочной форме обучения.</p> <p>Самостоятельную работу по курсу студент должен начинать с освоения соответствующего раздела в рекомендованном учебнике, потом дополнять информацию за счет дополнительных информационных источников.</p> <p>Самостоятельная работа студентов предполагает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-проработку конспектов лекций и обязательной учебной литературы по дисциплине;</li> <li>-изучение отдельных тем дисциплины, определенных в рабочей учебной программе в качестве самостоятельной работы студентов;</li> <li>-выполнение заданий студентами, рекомендованных преподавателем для самостоятельного решения;</li> <li>-ознакомление студентов с дополнительной литературой (при необходимости);</li> <li>-выполнение студентами расчетно-графической работы в соответствии с методическими указаниями;</li> <li>-ликвидацию задолженностей отстающими студентами по данной дисциплине.</li> </ul> <p><b>Обучающийся очной формы обучения выполняет:</b> 3 семестр РГР «Расчет газовых циклов тепловых двигателей». Задания размещены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет/в учебно-методическом пособии «Е.М. Бронникова, А.С. Матвиенко Расчет газовых циклов тепловых двигателей: Задание с методическими указаниями к выполнению расчетно- графической работы. ИрГУПС, 2015. 89 с.»</p> <p><b>Обучающемуся заочной формы обучения.</b> Обучающийся заочной формы обучения выполняет 1 контрольную работу (КР). Номер варианта контрольной работы соответствует двум последним цифрам учебного номера (шифра) обучающегося. Контрольная работа должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению КР (текстовой и графической частей), сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017.</p> <p>Перед выполнением контрольной работы обучающийся должен изучить теоретический материал и разобрать решения типовых задач, которые приводятся в пособиях. Работу необходимо выполнять аккуратно, любыми чернилами, кроме красных или оформлять в электронном виде. При выполнении работы обязательно должны быть подробные вычисления и четкие пояснения к решению задач. Решение задач необходимо приводить в той же последовательности, в какой они даны в задании с соответствующим номером, условие задачи должно быть полностью переписано перед ее решением. Решение каждой задачи должно заканчиваться словом «ответ», если задача его предусматривает.</p>



	<p><b>Обучающийся заочной формы обучения выполняет:</b> 3 семестр КР «Термодинамика и теплопередача». Задания размещены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет/в учебно-методическом пособии «Е.М. Бронникова, А.С. Матвиенко Термодинамика и теплопередача: задание на контрольную работу с методическими указаниями для студентов заочной формы обучения. Иркутск: ИрГУПС, 2015. 88 с.»</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации по дисциплине**

**Б1.О.28 Теплотехника**

**Приложение № 1 к рабочей программе**

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация – Грузовые вагоны

ИРКУТСК

## 1 Общие положения

Фонд оценочных средств является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонды оценочных средств предназначены для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Университета, а так же сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

В соответствии с требованиями действующего законодательства в сфере образования, оценочные средства представляются в виде ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. С учетом действующего в Университете Положения о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура), в состав ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине, практике включаются оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины или прохождения практики;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения ОПОП; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования.

### Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Теплотехника» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий

#### очная форма обучения

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства
<b>3 семестр</b>					
1	2	Текущий контроль	Тема: «Физические основы термодинамики»	ОПК-1.2	Тестирование (письменно)
2	4	Текущий контроль	Тема: «Основные законы термодинамики»	ОПК-1.2	Тестирование (письменно), защита лабораторной работы
3	6	Текущий контроль	Тема: «Циклы тепловых машин»	ОПК-1.2	Тестирование (письменно), расчетно-графическая работа
4	8	Текущий контроль	Тема: «Циклы холодильных машин»	ОПК-1.2	Тестирование (письменно)
5	10	Текущий контроль	Тема: «Теплопроводность»	ОПК-1.2	Тестирование (письменно), защита лабораторной работы
6	12	Текущий контроль	Тема: «Конвективный теплообмен»	ОПК-1.2	Тестирование (письменно), защита лабораторной работы
7	14	Текущий контроль	Тема: «Теплообмен излучением»	ОПК-1.2	Тестирование (письменно)
8	16	Текущий контроль	Тема: «Теплообменные аппараты»	ОПК-1.2	Тестирование (письменно), защита лабораторной работы
9	17	Текущий контроль	Тема: «Виды топлива. Основы горения топлива»	ОПК-1.2	Тестирование (письменно)
10	17	Промежуточная аттестация – зачет	Разделы: 1. Техническая термодинамика 2. Теплопередача 3. Теплообменные аппараты 4. Топливо и его сжигание в теплосиловых установках железнодорожного транспорта	ОПК-1.2	Зачет

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий

#### заочная форма обучения

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства
<b>Курс 2, сессия 1</b>					
1	-	Текущий контроль	Тема: «Исследование термодинамических процессов в физических системах»	ОПК-1.2	Защита лабораторной работы
2	-	Текущий контроль	Тема: «1. Исследование конвективного теплообмена при свободном движении теплоносителя. (ЛИБО) 2. Исследование процесса теплопередачи теплообменного»	ОПК-1.2	Защита лабораторной работы

			аппарата»		
3	-	Текущий контроль	Разделы: 1. Техническая термодинамика 2. Теплопередача 3. Теплообменные аппараты 4. Топливо и его сжигание в теплосиловых установках железнодорожного транспорта	ОПК-1.2	Контрольная работа
4	-	Промежуточная аттестация – зачет	Разделы: 5. Техническая термодинамика 6. Теплопередача 7. Теплообменные аппараты 8. Топливо и его сжигание в теплосиловых установках железнодорожного транспорта	ОПК-1.2	Зачет

### **Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования. Описание шкал оценивания**

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Комплекты заданий для выполнения расчетно-графических работ
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине.	Перечень теоретических

	Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	вопросов и практических заданий к зачету (методику проведения см. п. 4)
--	---	---

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины, при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»		«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

**Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости**

**Расчетно-графическая работа (РГР)**

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание РГР. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. РГР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание РГР с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении РГР

«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание РГР с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления РГР имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	При выполнении РГР обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

### Контрольная работа

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

### Защита лабораторной работы

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачет»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Тестовое задание выполнено на оценку «отлично».
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Тестовое задание выполнено на оценку не ниже «хорошо».
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Тестовое задание выполнено на оценку не ниже «удовлетворительно».
«неудовлетворительно»	«не зачет»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Тестовое задание не выполнено, либо выполнено на оценку «неудовлетворительно».

### Тест

Проверяемый уровень освоения компетенции компетенций (части компетенций, элементов компетенций)	Минимальное количество тестовых заданий на один раздел программы	Минимальное количество правильных ответов	Формы тестовых заданий
Минимальный уровень освоения компетенции	10	3	Тестовые задания со свободно конструируемым ответом
Базовый уровень освоения компетенции	10	4	Тестовые задания со свободно конструируемым ответом
Высокий уровень освоения компетенции	10	5	Тестовые задания со свободно конструируемым ответом

Критерии и шкала оценивания результатов выполнения тестовых заданий

Пять заданий, за каждый правильный ответ один балл. Перевод в четырехбалльную систему происходит следующим образом:

Число набранных баллов	Оценка
5 баллов	«отлично»
4 балла	«хорошо»
3 балла	«удовлетворительно»
меньше трех баллов	«неудовлетворительно»

### 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 3.1 Типовые контрольные задания расчетно-графических работ

Варианты РГР выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены образцы типовых вариантов расчетно-графической работы по теме, предусмотренной рабочей программой. Каждый обучающийся выполняет расчет и анализ одного из циклов тепловых машин в соответствии со своим учебным шифром (*две последние цифры номера зачётной книжки*).

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Наименование цикла тепловой машины	Начальные параметры рабочего тела		Предпоследняя цифра шифра	ДВС со смешанным подводом теплоты			ДВС с подводом теплоты при $p = \text{const}$		ДВС с подводом теплоты при $v = \text{const}$		ГТД с подводом теплоты при $p = \text{const}$		ГТД с подводом теплоты при $v = \text{const}$	
		$p_1$ , МПа	$t_1$ , °C		$\varepsilon$	$\lambda$	$\rho$	$\varepsilon$	$\rho$	$\varepsilon$	$\lambda$	$\pi$	$\rho$	$\pi$	$\lambda$
0	ДВС со смешанным подводом теплоты	0,15	60	0	12,5	2,2	1,3	13,0	1,5	5,5	2,5	10	1,6	5	3,0
1	ДВС с подводом $Q$ при $p = \text{const}$	0,14	50	1	13,0	2,1	1,35	13,5	1,6	6	2,4	9,6	1,7	5,5	2,9
2	ГТД с подводом $Q$ при $p = \text{const}$	0,13	40	2	13,5	2,0	1,4	14,0	1,7	6,5	2,3	9	1,8	6	2,8
3	ДВС с подводом $Q$ при $p = \text{const}$	0,09	10	3	14,0	1,9	1,45	14,5	1,8	7	2,2	8,5	1,9	6,5	2,7
4	ГТД с подводом $Q$ при $v = \text{const}$	0,1	25	4	14,5	1,8	1,5	15,0	1,9	8,5	2,1	8	2,0	7	2,6
5	ДВС с подводом $Q$ при $v = \text{const}$	0,17	65	5	15,0	2,15	1,6	15,5	1,98	8	2,05	7,5	2,1	7,5	2,5
6	ДВС с подводом $Q$ при $p = \text{const}$	0,16	35	6	15,5	2,05	1,7	16,0	2,0	7,5	1,9	7	2,2	8	2,4
7	ДВС со смешанным подводом теплоты	0,18	70	7	16,0	1,95	1,8	16,5	2,05	9	1,95	6,5	2,3	8,5	2,3
8	ГТД с подводом $Q$ при $v = \text{const}$	0,09	20	8	16,5	1,85	1,9	17,0	2,1	9,5	2,0	6	2,4	9	2,2
9	ГТД с подводом $Q$ при $p = \text{const}$	0,11	30	9	17,0	1,75	2,0	17,5	2,15	10	1,95	5,5	2,5	9,5	2,1

Таблица 2

Подгруппа академической группы	$c_p$	$c_v$	$R$	$k$
	Дж/(кг·К)	Дж/(кг·К)	Дж/(кг·К)	



1 (смесь газов)	1160	859	301	1,35
2 (воздух)	1000	713	287	1,4

### 3.2 Типовые контрольные задания для проведения контрольных работ

Варианты контрольных работ изложены в методическом пособии: Е.М. Бронникова, А.С. Матвиенко Термодинамика и теплопередача: задание на контрольную работу с методическими указаниями для студентов заочной формы обучения.

Каждый обучающийся выполняет расчет одного из вариантов задания изложенного в соответствии со своим учебным шифром (*две последние цифры номера зачётной книжки*).

#### Образец типового варианта контрольной работы

Задание по разделу «Термодинамика»

Теоретические вопросы:

1. Что называется термическим КПД прямого кругового процесса (цикла)? Напишите выражение этой величины для цикла Карно и любого обратимого цикла.
2. В чем состоит сущность Второго закона термодинамики? Напишите аналитическое выражение этого закона.

Задачи:

1. Какое массовое количество воздуха должно быть подано компрессором в резервуар объемом  $3\text{ м}^3$ , чтобы при постоянной температуре  $t_1$  и барометрическом давлении  $750\text{ мм рт. ст.}$  давление по манометру в нем повысилось от  $p_1$  до  $p_2$ ?
2. Для цикла Карно определить параметры всех переходных точек цикла, подведенную и отведенную теплоту, а также термический КПД цикла, если заданы значения граничных абсолютных давлений  $p_{\max}$  и  $p_{\min}$  и температур  $t_{\max}$  и  $t_{\min}$ . Рабочим телом является  $1\text{ кг}$  сухого воздуха.

Задание по разделу «Теплопередача»

Теоретические вопросы:

1. Дайте определение рекуперативного, регенеративного и смешительного теплообменников.
2. Что такое сложный теплообмен? В чем основная трудность его расчета?

Задачи:

1. Вычислить плотности теплового потока  $q$  через плоскую стенку толщиной  $\delta$ , выполненную из указанных ниже изоляционных материалов (применяемых в вагоностроении), коэффициенты теплопроводности которых  $\lambda$ , Вт/(м·К), связаны с температурой следующими линейными зависимостями:  
шевелин  $\lambda = 0,060 + 0,002 t$ ;  
мипора  $\lambda = 0,035 + 0,002 t$ ;  
полистирол ПСБ-С  $\lambda = 0,038 + 0,0036 t$ ;  
полиуретан ППУ-3С  $\lambda = 0,04 + 0,0035 t$ .  
Температуры поверхностей стенки соответственно равны  $t_1^{CT}$  и  $t_2^{CT}$ .
2. Стальная стенка теплообменной поверхности парового котла толщиной  $\delta = 22\text{ мм}$  омывается с одной стороны кипящей водой при абсолютном давлении  $p$ , а с другой – дымовыми газами с температурой  $t_1 = 900^\circ\text{C}$ . Удельная паропроизводительность поверхности нагрева  $g$ , кг/( $\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ ) сухого насыщенного пара. Определить коэффициент теплопередачи  $k$  и перепад температур в стенке  $\Delta_{ct}$ , если коэффициент теплопроводности стали  $\lambda = 40\text{ Вт/(м·К)}$ .

### 3.3 Типовые контрольные задания для проведения тестов

Образец типового варианта тестового задания  
по теме «Физические основы термодинамики»

Предел длительности контроля – 15 минут.

1. Что называется энергоизолированной системой?
2. Что называется идеальным газом?
3. Какова физическая сущность понятия температура газа?
4. Уравнение состояния для 1 Моль идеального газа прокомментировать входящие в него величины, их единицы измерения.
5. Обозначение, значение, единицы измерения и физическая сущность удельной газовой постоянной.

Образец типового варианта тестового задания  
по теме «Основные законы термодинамики»

Предел длительности контроля – 15 минут.

1. Что называется работой: формула для определения, обозначение, единицы измерения.
2. Что называется истинной теплоемкостью газа?
3. Что называется энтальпией: формула для определения, обозначение, единицы измерения.
4. Показатель адиабаты, формула.
5. Изохорный процесс. Определение, уравнение, графическое изображение, соотношение параметров.

Критерии и шкала оценивания тестового задания

Пять заданий, за каждый правильный ответ один балл. Перевод в четырехбалльную систему происходит следующим образом:

Число набранных баллов	Оценка
5 баллов	«отлично»
4 балла	«хорошо»
3 балла	«удовлетворительно»
меньше трех баллов	«неудовлетворительно»

### 3.4 Типовые контрольные задания для защиты лабораторной работы

Образец типового варианта контрольных вопросов для защиты лабораторной работы  
по теме «Исследование термодинамических процессов в физических системах»

Предел длительности контроля – 15 минут.

1. Какой процесс называется политропным?
2. Что называется давлением, обозначение, единицы измерения.
3. Каким способом (датчиком) производится замер температуры при выполнении лабораторной работы?
4. Дать определение реального газа.
5. Какую роль играет жидкость между подвижным и неподвижными цилиндрами в установке моделирования изобарного процесса?

Образец типового варианта контрольных вопросов для защиты лабораторной работы

по теме «Исследование теплопроводности различных материалов методом цилиндрического слоя»

Предел длительности контроля – 15 минут.

1. Что называется коэффициентом теплопроводности, какова физическая сущность этого параметра, обозначение, единицы измерения?
2. Как осуществляется теплопроводность в твердых телах диэлектриках, и от чего она зависит?
3. Что является признаком окончания проведения эксперимента?
4. Для чего в установке служит нагреватель?
5. Как называется и почему метод, используемый в работе, для определения теплопроводности материала?

Критерии и шкала оценивания ответов на контрольные вопросы

Пять заданий, за каждый правильный ответ один балл. Перевод в четырехбалльную систему происходит следующим образом:

Число набранных баллов	Оценка
5 баллов	«отлично»
4 балла	«хорошо»
3 балла	«удовлетворительно»
меньше трех баллов	«неудовлетворительно»

### 3.5 Перечень теоретических вопросов к зачету (для заочной формы обучения)

#### Раздел 1 Техническая термодинамика

- 1.1 Исходные положения технической термодинамики (рабочее тело, идеальный и реальный газ, термодинамическая система, равновесное и неравновесное состояние: определение, анализ).
- 1.2 Термодинамические параметры состояния идеального газа: определения, формулы, единицы, анализ.
- 1.3 Уравнения состояния идеального газа: вывод, анализ.
- 1.4 Теплоемкость газа: виды теплоемкости, факторы, влияние на величину теплоемкости газа (рабочего тела). Уравнение Майера. Показатель адиабаты.
- 1.5 Внутренняя энергия газа (рабочего тела): определение, изменения внутренней энергии в процессе, анализ.
- 1.6 Работа газа в процессе: определение, уравнение и их анализ, графическое изображение.
- 1.7 Теплота в процессе: определение, уравнение и его анализ, графическое изображение.
- 1.8 Энтальпия газа (рабочего тела): определение, изменение энтальпии в процессе, анализ.
- 1.9 Первый закон термодинамики: формулировка, уравнение, анализ.
- 1.10 Термодинамические процессы в газах: определение, понятие обратимых и необратимых процессов, задачи и общий метод исследования процессов.
- 1.11 Изохорный процесс и его исследование.
- 1.12 Изобарный процесс и его исследование.
- 1.13 Изотермический процесс и его исследование.
- 1.14 Адиабатный процесс и его исследование.
- 1.15 Политропный процесс и его исследование. Особенности распределения энергии в политропных процессах.
- 1.16 Второй закон термодинамики: физическая сущность, формулировки.
- 1.17 Тепловой двигатель: понятие о круговом процессе (цикле) теплового двигателя, работа цикла, термический КПД цикла.
- 1.18 Прямой цикл Карно и его использование. Работа цикла Карно. Термический КПД цикла Карно и его анализ.
- 1.19 Энтропия и ее физическая сущность.

- 1.20 T,S -координаты и их анализ. Изображение основных процессов в T,s- координатах.
- 1.12 Типы тепловых двигателей. Задачи и сущность термодинамического исследования циклов тепловых двигателей.
- 1.22 Общие понятия о циклах Отто, Дизеля, Тринклера, Брайтона: графическое представление, применение.
- 1.23 Циклы холодильных установок: схемы, принцип работы.

## Раздел 2. Теплопередача

- 2.1 Виды (способы) переноса теплоты: физическая сущность, примеры.
- 2.2 Основные понятия теплопроводности (температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока) и их анализ.
- 2.3 Закон Фурье: физическая сущность, уравнение, анализ.
- 2.4 Теплопроводность плоской однослойной стенки: картина процесса, определение плотности теплового потока, анализ.
- 2.5 Теплопроводность плоской многослойной стенки: картина процесса, определение плотности теплового потока, анализ.
- 2.6 Теплопроводность цилиндрической однослойной стенки: картина процесса, определение плотности теплового потока, анализ.
- 2.7 Физические основы конвективного теплообмена (теплоотдачи): определение, факторы, определяющие интенсивность теплоотдачи (анализ).
- 2.8 Закон Ньютона-Рихмана: уравнения, анализ, порядок нахождения коэффициента теплоотдачи.
- 2.9 Теплопередача: картина процесса, определение плотности теплового потока, термическое сопротивление.
- 2.10 Основные понятия теплообмена путем теплового излучения, основные величины, характеризующие тепловое излучение.
- 2.11 Основные законы излучения абсолютно черного тела (Планка, Вина, Стефана-Больцмана): сущность, уравнения, анализ.
- 2.12 Особенности излучения и поглощения реальных тел: понятия о степени черноты тела, серое тело, распределение интенсивности излучения по длине волн, определение излучательной способности реальных тел.
- 2.13 Закон Кирхгофа для теплового излучения: сущность, уравнение, анализ.
- 2.14 Теплообмен излучением между плоскими стенками: понятие об эффективной излучательной способности тела, определение плотности теплового потока, анализ.
- 2.15 Влияние экранов на теплообмен излучением: сущность, определение плотности теплового потока, анализ.

## Раздел 3. Теплообменные аппараты

- 3.1 Общие сведения о теплообменных аппаратах (ТА): определение, основные уравнения и схемы ТА и их характеристики.

### **3.6 Перечень типовых простых практических заданий к зачету (для заочной формы обучения)**

- 1 Какое массовое количество воздуха должно быть подано компрессором в резервуар объемом  $3\text{ м}^3$ , чтобы при постоянной температуре  $t_1$  и барометрическом давлении  $750\text{ мм рт. ст.}$  давление по манометру в нем повысилось от  $p_1$  до  $p_2$ ?
- 2 Анализ продуктов сгорания показал следующий объемный состав, %:  $\text{CO}_2$  12,2;  $\text{O}_2$  7,1;  $\text{CO}$  0,4;  $\text{N}_2$  80,3. Определить массовый состав входящих в смесь газов, газовую постоянную, удельный объем и плотность смеси при абсолютном давлении  $p$  и температуре  $t$ . Определить также парциальные давления компонентов смеси.

### 3.7 Перечень типовых практических заданий к зачету (для заочной формы обучения)

**1** Для цикла Карно определить параметры всех переходных точек цикла, подведенную и отведенную теплоту, а также термический КПД цикла, если заданы значения граничных абсолютных давлений  $p_{max}$  и  $p_{min}$  и температур  $t_{max}$  и  $t_{min}$ . Рабочим телом является 1 кг сухого воздуха.

**2** Определить требуемую минимальную толщину обмуровки газохода котла, чтобы температура ее наружной поверхности не превышала  $50^{\circ}\text{C}$  при температуре газов в газоходе  $t_1$ .

Эквивалентный коэффициент теплопроводности обмуровки  $\lambda = 0,6 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ . Суммарный коэффициент теплоотдачи со стороны газов –  $\alpha_1$ , со стороны воздуха  $\alpha_2 = 16 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ , а температура воздуха  $t_2 = 20^{\circ}\text{C}$ .

### 4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Расчетно-графическая работа (РГР)	Преподаватель не менее, чем за две недели до срока защиты РГР должен сообщить каждому обучающемуся номер варианта РГР. Задания РГР выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. РГР должна быть выполнена в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению РГР (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017 в последней редакции. РГР в назначенный срок сдаются на проверку
Контрольная работа	Преподаватель в начале периода изучения дисциплины должен сообщить каждому обучающемуся порядок выбора варианта контрольной работы. Задания РГР выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. Контрольная работа должна быть выполнена в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической частей, сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017 в последней редакции. Контрольная работа в назначенный срок сдается на проверку
Тест	Тесты проводятся во время практических занятий. Вариантов тестов по изучаемой теме не менее двух. Во время выполнения тестов пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения тестов, доводит до обучающихся: тему тестирования, количество заданий в тестах, время выполнения задания. Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы на следующем занятии после проведения контрольно-оценочного мероприятия, оцененные/проверенные работы преподаватель возвращает обучающимся
Защита лабораторной работы	Защита лабораторной работы осуществляется в два этапа. Первый этап - ответ на контрольные вопросы, сформулированные в задании по трем блокам: теория изучаемой темы, устройство установки, методика проведения эксперимента (осуществляется в процессе выполнения работы, допускается пользование учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий), второй этап - выполнение практической части лабораторной работы, необходимых расчетов и оформление отчета. При оценке ответов на контрольные вопросы на оценку не менее 3, правильном оформлении отчета по лабораторной работе – выставляется общий зачет

Проведение промежуточной аттестации в форме зачета позволяет сформировать среднюю оценку по дисциплине по результатам текущего контроля (**очная форма обучения**). Так как оценочные средства, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. Для чего преподаватель находит среднюю оценку уровня сформированности компетенций у обучающегося, как сумму всех полученных оценок, деленную на число этих оценок.

Шкала и критерии оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Зачет

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося (очная форма обучения) не соответствует критериям получения зачета, а также при заочном обучении - обучающийся сдает зачет. Зачет проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Перечень теоретических вопросов и перечень типовых практических заданий разного уровня сложности обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

