

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖАЮ  
Декан дорожно-транспортного факультета  
А.В. Еремин/  
29 июня 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины (модуля)  
«Теплотехника»

Направление подготовки (специальность) 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Профиль (специализация) «Машины и оборудование строительного комплекса»

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года/4 года 11 мес.

Форма обучения Очная/Заочная

Год начала подготовки 2018 г.

Автор программы

/Б.М. Кумицкий/

Заведующий кафедрой теплогазоснабжения и  
нефтегазового дела

/В.Н. Мелькумов/

Руководитель ОПОП

/В.А. Жулай/

Воронеж 2018

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины: формирование у студентов знаний, умений и навыков, обеспечивающих квалифицированное участие в производственной деятельности инженера.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование знаний у студентов в области теплотехники, что позволяет создать фундамент неформального усвоения материала профилирующих дисциплин и развивать творческий подход при использовании элементов термодинамического анализа и решении конкретных задач в области транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теплотехника» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теплотехника» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4 - способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

ПК-1 - способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-4	знать законы термодинамики, а также основные способы передачи теплоты и их закономерности
	уметь применять уравнения и справочную литературу для определения теплофизических свойств различных веществ;
	владеть навыком проведения расчетов теплообменных аппаратов
ПК-1	знать основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах
	уметь оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов

	владеть методами анализа эффективности термодинамических процессов
--	---

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теплотехника» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	90	90
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

##### заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	14	14
В том числе:		
Лекции	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	126	126
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

##### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и определения.	Предмет теплотехники, ее место и роль в подготовке инженерных кадров. Связь теплотехники со смежными науками. Теплотехника и системы автоматизации теплового контроля.	4	2	6	12
2	Основные параметры состояния.	Источники тепловой энергии. Проблема экономии топлива и защиты окружающей среды от тепловых выбросов. Разделы теплотехники: термодинамика и	4	2	6	12

		теплопередача.				
3	Газовые смеси	Техническая термодинамика. Феноменологический и статистический подходы. Понятия: термодинамическая система, рабочее тело, параметры состояния, процессы. Основные параметры состояния (температура, давление, удельный объем).	4	2	6	12
4	Первый и второй законы термодинамики.	Внутренняя энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики, его формулировки, аналитические выражения. Энтальпия. Располагаемая и совершаемая системой работа.	2	2	6	10
5	Термодинамические свойства реальных веществ.	Реальные газы и пары. Уравнение состояния. Водяной пар. Паросиловые установки. Принципиальная схема ПТУ.	2	2	6	10
6	Тепловые двигатели, двигатели внутреннего сгорания	Двигатели внутреннего сгорания. Схема, устройство, классификация, принцип действия. Рабочие процессы в двух- и четырехтактных ДВС. Индикаторные диаграммы. Топливо для 5 ДВС. Термический КПД. Показатели их экономичности.	2	2	6	10
7	Холодильные машины.	Циклы воздушных, компрессионных холодильных установок. Холодильный коэффициент, холодопроизводительность. Другие типы холодильных установок (инжекционные, абсорбционные). Характеристики и свойства холодильных агентов.	2	2	6	10
8	Общие понятия теплообмена.	Теория теплообмена. Значение теплообмена в промышленных установках. Основные понятия теплообмена (тепловой поток, изотермическая поверхность, температурное поле, градиент температур).	2	2	6	10
9	Лучистый теплообмен.	Лучистый теплообмен. Законы отражения и поглощения. Степень черноты. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Лучистый теплообмен в топках и камерах сгорания.	2	2	6	10
10	Теплообменники.	Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую и плоскую стенку. Коэффициент теплопередачи. Уравнение теплопередачи. Теплообменные аппараты. Классификация, принцип действия, конструктивные особенности. Принципы расчета теплообменных аппаратов.	2	-	6	8
11	Теплопроводность.	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Стационарная теплопроводность через однослойную и многослойную плоскую стенку. Общие сведения о нестационарной теплопроводности.	2	-	6	8
12	Термодинамические процессы.	Понятие энтропии как параметра состояния. Статистический смысл энтропии. Второй закон термодинамики. Формулировки и аналитическое выражение. Энтропия и работоспособность системы. Термодинамические циклы. Прямые и обратные циклы. КПД цикла, холодильный коэффициент обратного цикла. Цикл Карно. Термодинамическая шкала температур.	2	-	6	8

13	Паросиловые установки.	Цикл Ренкина, его исследование. Влияние параметров перегрева пара и параметров в конденсаторе на КПД цикла. Циклы с регенеративными отборами, с промежуточными перегревами. Теплофикационный цикл.	2	-	6	8
14	Теория горения. Топочные устройства	Виды топлив, их классификация и свойства. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Условное топливо. Основы теории горения топлив. Организация сжигания топлива в промышленных установках. Топочные устройства. Реакция горения. Коэффициент избытка воздуха. Сжигание органических топлив	2	-	6	8
15	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.	Системы теплоснабжения. Графики теплопотребления. Режимы теплопотребления. Применение теплоты в отрасли. Теплообеспечение предприятий автотранспорта.	2	-	6	8
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>90</b>	<b>144</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и определения.	Предмет теплотехники, ее место и роль в подготовке инженерных кадров. Связь теплотехники со смежными науками. Теплотехника и системы автоматизации теплового контроля.	2	2	8	12
2	Основные параметры состояния.	Источники тепловой энергии. Проблема экономии топлива и защиты окружающей среды от тепловых выбросов. Разделы теплотехники: термодинамика и теплопередача.	2	2	8	12
3	Газовые смеси	Техническая термодинамика. Феноменологический и статистический подходы. Понятия: термодинамическая система, рабочее тело, параметры состояния, процессы. Основные параметры состояния (температура, давление, удельный объем).	2	-	8	10
4	Первый и второй законы термодинамики.	Внутренняя энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики, его формулировки, аналитические выражения. Энтальпия. Располагаемая и совершаемая системой работа.	2	-	8	10
5	Термодинамические свойства реальных веществ.	Реальные газы и пары. Уравнение состояния. Водяной пар. Паросиловые установки. Принципиальная схема ПТУ.	2	-	8	10
6	Тепловые двигатели, двигатели внутреннего сгорания	Двигатели внутреннего сгорания. Схема, устройство, классификация, принцип действия. Рабочие процессы в двух- и четырехтактных ДВС. Индикаторные диаграммы. Топливо для 5 ДВС. Термический КПД. Показатели их экономичности.	-	-	8	8
7	Холодильные машины.	Циклы воздушных, компрессионных холодильных установок. Холодильный коэффициент, холодопроизводительность. Другие типы холодильных установок (инжекционные, абсорбционные). Характеристики и свойства холодильных агентов.	-	-	8	8
8	Общие понятия	Теория тепломассообмена. Значение	-	-	8	8

	теплообмен.	теплообмен в промышленных установках. Основные понятия теплообмена (тепловой поток, изотермическая поверхность, температурное поле, градиент температур).				
9	Лучистый теплообмен.	Лучистый теплообмен. Законы отражения и поглощения. Степень черноты. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Лучистый теплообмен в топках и камерах сгорания.	-	-	8	8
10	Теплообменники.	Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую и плоскую стенку. Коэффициент теплопередачи. Уравнение теплопередачи. Теплообменные аппараты. Классификация, принцип действия, конструктивные особенности. Принципы расчета теплообменных аппаратов.	-	-	8	8
11	Теплопроводность.	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Стационарная теплопроводность через однослойную и многослойную плоскую стенку. Общие сведения о нестационарной теплопроводности.	-	-	8	8
12	Термодинамические процессы.	Понятие энтропии как параметра состояния. Статистический смысл энтропии. Второй закон термодинамики. Формулировки и аналитическое выражение. Энтропия и работоспособность системы. Термодинамические циклы. Прямые и обратные циклы. КПД цикла, холодильный коэффициент обратного цикла. Цикл Карно. Термодинамическая шкала температур.	-	-	8	8
13	Паросиловые установки.	Цикл Ренкина, его исследование. Влияние параметров перегрева пара и параметров в конденсаторе на КПД цикла. Циклы с регенеративными отборами, с промежуточными перегревами. Теплофикационный цикл.	-	-	10	10
14	Теория горения. Топочные устройства	Виды топлив, их классификация и свойства. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Условное топливо. Основы теории горения топлив. Организация сжигания топлива в промышленных установках. Топочные устройства. Реакция горения. Коэффициент избытка воздуха. Сжигание органических топлив	-	-	10	10
15	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.	Системы теплоснабжения. Графики теплотребления. Режимы теплотребления. Применение теплоты в отрасли. Теплообеспечение предприятий автотранспорта.	-	-	10	10
<b>Итого</b>			<b>10</b>	<b>4</b>	<b>126</b>	<b>140</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Определение газовой постоянной воздуха и универсальной газовой постоянной.

Определение объемной изобарной теплоемкости воздуха.

Определение показателя адиабаты.

Измерение температуры различными методами.

Определение теплоемкости изоляционного материала методом

цилиндрического слоя.

Определение коэффициента теплоотдачи от горизонтального цилиндра при естественной конвекции.

Определение коэффициента теплопередачи рекуперативного теплообменника типа «труба в трубе».

Определение степени черноты цилиндра методом сравнения.

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

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

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ОПК-4	знать законы термодинамики, а также основные способы передачи теплоты и их закономерности	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять уравнения и справочную литературу для определения теплофизических свойств различных веществ;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыком проведения расчетов теплообменных аппаратов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	знать основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	нестационарном режиме			
	уметь оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами анализа эффективности термодинамических процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения, 6 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-4	знать законы термодинамики, а также основные способы передачи теплоты и их закономерности	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь применять уравнения и справочную литературу для определения теплофизических свойств различных веществ;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыком проведения расчетов теплообменных аппаратов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	знать основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь оценивать параметры состояния термодинамических	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	систем и эффективность термодинамических процессов			
	владеть методами анализа эффективности термодинамических процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирова н верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Вопросы	
1	Непрерывное изменение состояния рабочего тела в результате взаимодействия его с окружающей средой называется ... а) термодинамическим процессом; б) диффузией; в) релаксацией; г) временем реляции.
2	Работа сжатия газа 25 Дж. Изменение внутренней энергии 30 кДж. Следовательно ... а) подводимая теплота равна 0 Дж; б) подводимая теплота равна 55 Дж; в) подводимая теплота равна 65 Дж; г) подводимая теплота равна 75 Дж.
3	Первый закон термодинамики формулируется ... а) если в процессе исчезает некоторое количество тепла, то возникает равное ему количество механической энергии и, наоборот при совершении механической работы возникает равное этой работе количество тепла; б) $C_p - C_v = R$ ; в) теплота сама собой не переходит от более нагретого тела к менее нагретому, обратный переход невозможен; г) в природе все процессы обратимы.
4	Коэффициент сжимаемости идеального газа ... а) не зависит от температуры; б) не зависит от давления и температуры; в) равен единице; г) равен нулю.
5	Сумма массовых долей компонентов газовой смеси $m_i$ равна ... а) 1; б) 0,5; в) 0; г) $\infty$ .
6	Конвекция – это процесс переноса теплоты за счет ... а) диффузии свободных электронов в чистых металлах;

	б) соударения молекул газа; в) перемещения и перемешивания неравномерно нагретых объемов жидкости (газа); г) колебаний кристаллической решетки жидкости.
7	Коэффициент теплопередачи характеризует интенсивность передачи теплоты ... а) от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку; б) за счет теплопроводности; в) за счет конвекции; г) от поверхности твердого тела к омывающей ее жидкости.
8	Токсичным компонентом продуктов сгорания топлива являются ... а) оксид азота NO; б) водяной пар H <sub>2</sub> O; в) углекислый газ CO <sub>2</sub> ; г) азот N <sub>2</sub> .
9	Конвекция – это процесс переноса теплоты за счет ... а) диффузии свободных электронов в чистых металлах; б) соударения молекул газа; в) перемещения и перемешивания неравномерно нагретых объемов жидкости (газа); г) колебаний кристаллической решетки жидкости.
10	Критерии подобия – это ... а) количество величин, имеющих ту или иную размерность; б) безразмерные комплексы величин; в) величины, определяющие геометрическое подобие процессов; г) комплекс теплофизических величин среды.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

<b>Вопросы</b>	
1	Коэффициент теплопередачи характеризует интенсивность передачи теплоты ... а) от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку; б) за счет теплопроводности; в) за счет конвекции; г) от поверхности твердого тела к омывающей ее жидкости.
2	Теплообменные аппараты, в которых теплота от одного теплоносителя к другому непрерывно передается через разделяющую их стенку, называется ... а) теплообменниками с промежуточным теплоносителем; б) рекуперативными теплообменниками; в) смешительными теплообменниками; г) регенеративными теплообменниками.
3	Сумма массовых долей компонентов газовой смеси $m_i$ равна ... а) 1; б) 0,5; в) 0; г) ∞.

4	<p>Коэффициент сжимаемости идеального газа ...</p> <p>а) не зависит от температуры;  б) не зависит от давления и температуры;  в) равен единице;  г) равен нулю.</p>
5	<p>Непрерывное изменение состояния рабочего тела в результате взаимодействия его с окружающей средой называется ...</p> <p>а) термодинамическим процессом;  б) диффузией;  в) релаксацией;  г) временем релакции.</p>
6	<p>Первый закон термодинамики формулируется ...</p> <p>а) если в процессе исчезает некоторое количество тепла, то возникает равное ему количество механической энергии и, наоборот при совершении механической работы возникает равное этой работе количество тепла;  б) <math>C_p - C_v = R</math>;  в) теплота сама собой не переходит от более нагретого тела к менее нагретому, обратный переход невозможен;  г) в природе все процессы обратимы.</p>
7	<p>Теплообменные аппараты, в которых теплота от одного теплоносителя к другому непрерывно передается через разделяющую их стенку, называется ...</p> <p>а) теплообменниками с промежуточным теплоносителем;  б) рекуперативными теплообменниками;  в) смешительными теплообменниками;  г) регенеративными теплообменниками.</p>
8	<p>Коэффициент теплопередачи характеризует интенсивность передачи теплоты ...</p> <p>а) от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку;  б) за счет теплопроводности;  в) за счет конвекции;  г) от поверхности твердого тела к омывающей ее жидкости.</p>
9	<p>Теплообменные аппараты, в которых теплота от одного теплоносителя к другому непрерывно передается через разделяющую их стенку, называется ...</p> <p>а) теплообменниками с промежуточным теплоносителем;  б) рекуперативными теплообменниками;  в) смешительными теплообменниками;  г) регенеративными теплообменниками.</p>
10	<p>Теплообменные аппараты, в которых теплота от одного теплоносителя к другому непрерывно передается через разделяющую их стенку, называется ...</p> <p>а) теплообменниками с промежуточным теплоносителем;  б) рекуперативными теплообменниками;  в) смешительными теплообменниками;  г) регенеративными теплообменниками.</p>

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

#### Вопросы

1	<p>Непрерывное изменение состояния рабочего тела в результате взаимодействия его с окружающей средой называется ...</p> <p>а) термодинамическим процессом;  б) диффузией;  в) релаксацией;  г) временем релакции.</p>
2	<p>Работа сжатия газа 25 Дж. Изменение внутренней энергии 30 кДж. Следовательно ...</p> <p>а) подводимая теплота равна 0 Дж;  б) подводимая теплота равна 55 Дж;  в) подводимая теплота равна 65 Дж;  г) подводимая теплота равна 75 Дж.</p>
3	<p>Первый закон термодинамики формулируется ...</p> <p>а) если в процессе исчезает некоторое количество тепла, то возникает равное ему количество механической энергии и, наоборот при совершении механической работы возникает равное этой работе количество тепла;  б) <math>C_p - C_v = R</math>;  в) теплота сама собой не переходит от более нагретого тела к менее нагретому, обратный переход невозможен;  г) в природе все процессы обратимы.</p>
4	<p>Коэффициент сжимаемости идеального газа ...</p> <p>а) не зависит от температуры;  б) не зависит от давления и температуры;  в) равен единице;  г) равен нулю.</p>
5	<p>Сумма массовых долей компонентов газовой смеси <math>m_i</math> равна ...</p> <p>а) 1;  б) 0,5;  в) 0;  г) <math>\infty</math>.</p>
6	<p>Непрерывное изменение состояния рабочего тела в результате взаимодействия его с окружающей средой называется ...</p> <p>а) термодинамическим процессом;  б) диффузией;  в) релаксацией;  г) временем релакции.</p>
7	<p>Первый закон термодинамики формулируется ...</p> <p>а) если в процессе исчезает некоторое количество тепла, то возникает равное ему количество механической энергии и, наоборот при совершении механической работы возникает равное этой работе количество тепла;  б) <math>C_p - C_v = R</math>;  в) теплота сама собой не переходит от более нагретого тела к менее нагретому, обратный переход невозможен;  г) в природе все процессы обратимы.</p>
8	<p>Конвекция – это процесс переноса теплоты за счет ...</p> <p>а) диффузии свободных электронов в чистых металлах;</p>

	б) соударения молекул газа; в) перемещения и перемешивания неравномерно нагретых объемов жидкости (газа); г) колебаний кристаллической решетки жидкости.
9	Теплообменные аппараты, в которых теплота от одного теплоносителя к другому непрерывно передается через разделяющую их стенку, называется ... а) теплообменниками с промежуточным теплоносителем; б) рекуперативными теплообменниками; в) смешительными теплообменниками; г) регенеративными теплообменниками.
10	Теплообменные аппараты, в которых теплота от одного теплоносителя к другому непрерывно передается через разделяющую их стенку, называется ... а) теплообменниками с промежуточным теплоносителем; б) рекуперативными теплообменниками; в) смешительными теплообменниками; г) регенеративными теплообменниками.

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

<b>Вопросы к зачету</b>	
1.	Предмет и задачи общей теплотехники. Термодинамика и теория теплообмена.
2.	Параметры состояния рабочего тела $p$ , $v$ , $T$ (размерности).
3.	Уравнение состояния Клайперона-Менделеева. Универсальная газовая постоянная.
4.	Смеси идеальных газов.
5.	Теплоемкость. Массовая, объемная и мольная теплоемкость. Средняя и истинная теплоемкости. Зависимость теплоемкости от температуры.
6.	Теплоемкость при постоянном давлении и объеме. Уравнение Майера. Коэффициент «К».
7.	Понятие о термодинамических процессах.
8.	Внутренняя энергия газа. Работа газа. Первый закон термодинамики.
9.	Сущность первого закона термодинамики. Формулировки первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
10.	Энтальпия. Энтропия. Аналитические выражения первого закона термодинамики через энтальпию. $TS$ и $h_s$ – диаграммы.
11.	Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный – частные случаи политропного процесса. Процессы в координатах $p$ $v$ и $TS$ .
12.	Процессы идеальных газов. Изохорный процесс. Изображение в $p$ $v$ – $TS$ –

	диаграммах.
13.	Процессы идеальных газов. Изобарный процесс. Изображение в $pV - TS$ – диаграммах.
14.	Процессы идеальных газов. Адиабатный процесс. Изображение в $pV - TS$ – диаграммах.
15	Адиабатный процесс. Уравнение адиабатного процесса. Его исследование в $TS$ – диаграмме.
16	Предмет и задачи теории теплообмена. Виды переноса теплоты. Сложный теплообмен.
17	Конвективный теплообмен. Физическая сущность конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
18	Естественная конвекция. Уравнение теплоотдачи от нагретой стенки к воздуху.
19	Теория теплообмена. Способы передачи теплоты.
20	Критерии и критериальные уравнения.
21	Теплообмен излучением между параллельными поверхностями (пластинами). Приведенный коэффициент излучения.
22	Теплообменные аппараты. Определение коэффициента теплопередачи в водо-водяном теплообменнике.
23	Лучистый теплообмен. Понятие абсолютно черного тела. Закон Кирх-гофа.
24	Сложный теплообмен. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи.
25	Сложный теплообмен. Коэффициент теплопередачи для плоской стенки.
26	Типы теплообменных аппаратов. Особенности конструкции и расчета.
27	Водо-водяные теплообменники. Устройство и особенности расчета.
28	Топливо. Элементарный состав топлива.
29	Источники и виды загрязнения атмосферного воздуха.
30	Двигатели внутреннего сгорания.
31	Адиабатный процесс. Уравнение адиабатного процесса. Его исследование в $TS$ – диаграмме.
32	Политропный процесс. Уравнение политропы. Определение показателя

	политропы.
33	Термодинамические циклы (круговые процессы) тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Цикл Карно. Термический КПД и холодильный коэффициент.
34	Сущность второго закона термодинамики. Формулировки второго закона термодинамики. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
35	Водяной пар. Процесс парообразования в $p-v$ – диаграмме. Степень сухости влажного пара, определение параметров влажного и перегретого пара.
36	Дросселирование газов и паров.
37	Влажный воздух. Влагосодержание. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Температура точки росы. $h-d$ – диаграмма влажного воздуха.
38	Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
39	Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенки.
40	Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной цилиндрической стенки.
41	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.
42	Циклы газотурбинных установок.
43	Компрессоры.
44	Циклы паросиловых установок.

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и определения.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
2	Основные параметры состояния.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
3	Газовые смеси	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
4	Первый и второй законы термодинамики.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
5	Термодинамические свойства реальных веществ.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
6	Тепловые двигатели, двигатели внутреннего сгорания	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
7	Холодильные машины.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
8	Общие понятия теплообмена.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
9	Лучистый теплообмен.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
10	Теплообменники.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
11	Теплопроводность.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
12	Термодинамические процессы.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
13	Паросиловые установки.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
14	Теория горения. Топочные устройства	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.
15	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.	ОПК-4, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ.

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется

проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Основная литература:

1. Теплотехника: учебник /под ред. А.С. Баскакова. - М.: Бастет, 2010.- 324 с.
2. Базаров И.П. Термодинамика: учебник. – СПб; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 375 с.
3. Зеленцов, Д.В. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Зеленцов Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 140 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20525>.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 27.06.2015).

Дополнительная литература:

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Исследование термодинамических параметров газов /Д.Н. Китаев, Мартыненко Г.Н., 2009 г.
2. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Технический анализ твердого и жидкого топлива / А.Т. Курносов, Д.Н. Китаев. 2009 г.
3. Мирам, А. О. Техническая термодинамика. Тепломассообмен [Текст] : учебник : рек. УМО РФ / Мирам, Андрей Олегович, Павленко, Владимир Александрович. - М. : АСВ, 2011 (М. : ППП "Тип. "Наука"). - 351 с. : ил. - ISBN 978-5-93093-841-8 : 597-00. – 10 экз.
4. Бирюзова Е.А. Теплоснабжение. Часть 1. Горячее водоснабжение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бирюзова Е.А. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурностроительный университет, ЭБС АСВ, 2012. - 192 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19046>. - ЭБС «IPRbooks»

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, СтройКонсультант, MathCAD, Matlab.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Видеопроектор Epson

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

По дисциплине «Теплотехника» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 в части используемой учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.1 в части используемой учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
3	Актуализирован раздел 8.1 в части используемой учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	