

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.24  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Техническая термодинамика и тепломассообмен**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
08.03.01. Строительство

направленность (профиль)  
Теплогазоснабжение и вентиляция

Форма обучения: очная  
Год набора: 2020  
Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	Итого
Форма контроля	зачёт	
Вид занятий		
Лекции	34	<b>34</b>
Лабораторные	18	<b>18</b>
Практические	18	<b>18</b>
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	<b>0,25</b>
Контактная работа	70,25	<b>70,25</b>
Самостоятельная работа	73,75	<b>73,75</b>
Контроль		
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

Рабочую программу составил(и):

Доцент ЦИО, к.т.н., Сизенко О.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

08.03.01 Строительство

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании центра

Центр инженерного оборудования

---

(Протокол заседания №2 от «16» сентября 2019 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов знаний основ преобразования энергии, законов термодинамики, термодинамических процессов и циклов, усвоение студентами основных методов термодинамического анализа физических процессов, представление о физической природе процессов тепло- и массообмена, используемых при изучении этих процессов теоретических, экспериментальных и расчетных методах, способах обобщения получаемых результатов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Химия», «Физика», «Высшая математика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Насосы, вентиляторы и компрессоры», «Горячее водоснабжение», «Системы очистки вентиляционных выбросов», «Тепловая защита зданий», «Источники теплоты и сети», «Теплогенерирующие установки», «Основы расчёта котельных агрегатов», «Установки обработки и подачи воздуха», «Кондиционирование воздуха», «Теплоснабжение», «Отопление», «Системы обеспечения теплового режима здания», «Вентиляция».

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	ОПК-1.1. Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности	Знать: термодинамические процессы и процессы теплообмена
		Уметь: классифицировать термодинамические процессы и процессы теплообмена
		Владеть: навыками определения величин, характеризующих теплофизические свойства термодинамического рабочего тела и эффективность энергоустановок в целом
	ОПК-1.2. Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования	Знать: основные термодинамические характеристики применяемые при разработке систем ТГВ
		Уметь: определять термодинамические характеристики в процессах, протекающих в инженерном оборудовании систем ТГВ
		Владеть: навыками исследования

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		процессов и циклов холодильных машин; расчетов рабочих процессов в теплоиспользующих и теплоприготовительных установках; работы с лабораторно-испытательными теплоэлектроизмерительными приборами.
	ОПК-1.4. Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й)	Знать: методические основы анализа эффективности термодинамических процессов и циклов и пути их совершенствования
		Уметь: использовать физико-математический аппарат для решения проблем термодинамики и тепломассообмена возникающих в ходе профессиональной деятельности
		Владеть: способностью на базе теоретических законов термодинамики и тепломассообмена подбирать, использовать и усовершенствовать оборудование систем ТГВ
	ОПК-1.5. Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности	Знать: методические основы использования законов и закономерностей термодинамики и тепломассообмена в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции
		Уметь: использовать законы и закономерности термодинамики и тепломассообмена в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции
		Владеть: навыками распознавания и определения основных законов термодинамики и тепломассообмена

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Техническая термодинамика	Лек.1	Задачи технической термодинамики. Термодинамические системы и их параметры	5	2	0,3		
	Пр.1	Термодинамические параметры ,характеризующие систему		2	2		
	Лек.2	Энергия системы. Работа и теплота. Уравнение состояния для 1 моля идеального газа		2	0,2		
	Лаб.1	Определение параметров влажного воздуха		2	2,5		отчёт по л/р
	СР	Подготовка отчёта по л/р к защите		2			
	Лек.3	Смеси. Теплоёмкость. Первый закон термодинамики		2	0,2		
	Пр.2	Смеси, теплоёмкость.		2	2		
	Лек.4	Внутренняя энергия. Обратимые процессы в открытых системах. Энтальпия.		2	0,2		
	Лаб.2	Определение теплоёмкости воздуха		2	2,5		отчёт по л/р
	СР	Подготовка отчёта по л/р к защите		2			
	Лек.5	Обратимые процессы и методика их исследования. Энтропия.		2	0,2		
	Пр.3	T-S и p-I диаграммы. I закон термодинамики.		2	2		
	Лек.6	Термодинамические процессы.		2	0,2		
	Лаб.3	Определение показателя адиабаты		2	2,5		отчёт по л/р
	СР	Подготовка отчёта по л/р к защите		2			
	Лек.7	Второй закон термодинамики. Циклы.		2	0,2		
	Пр.4	Термодинамические процессы.		2	2		
	Лек.8	Цикл Карно.		2	0,2		
	Лаб.4	Исследование кривой насыщения водяного пара		2	2,5		отчёт по л/р

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Техническая термодинамика	СР	Подготовка отчёта по л/р к защите	5	2			
	Лек.9	Регенеративный цикл. Дросселирование газов и паров.		2	0,2		
	Пр.5	Цикл Карно		2	2		
	Лек.10	Пар. Процесс парообразования. Классификация паров.		2	0,2		
	Лаб.5	Истечение воздуха из суживающегося сопла		2	2,5		отчёт по л/р
	СР	Подготовка отчёта по л/р к защите		2			
	СР	Подготовка к тестированию по теме «Техническая термодинамика»		3	10		тест №1
	СР	Выполнение ИДЗ №1		17	22		ИДЗ №1
Модуль 2 Тепломассооб- мен	Лек.11	Теплопроводность: основные положения, закон		2	0,2		
	Пр.6	Водяной пар		2	2		
	Лек.12	Теплопроводность через стенку		2	0,2		
	Лаб.6	Определение коэффициента теплопроводности металлов		2	2,5		отчёт по л/р
	СР	Подготовка отчёта по л/р к защите		2			
	Лек.13	Теплопередача		2	0,2		
	Пр.7	Теплопроводность		2	2		
	Лек.14	Конвективный теплообмен		2	0,2		
	Лаб.7	Определение коэффициента теплоотдачи в условии свободной конвекции		2	2,5		отчёт по л/р
	СР	Подготовка отчёта по л/р к защите		2			
	Лек.15	Основные законы теплового излучения		2	0,2		
	Пр.8	Конвективный и лучистый теплообмены		2	2		
	Лек.16	Сложный теплообмен		2	0,2		
	Лаб.8	Определение коэффициента излучения твердого тела		2	2,5		отчёт по л/р

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2 Тепломассооб- мен	СР	Подготовка отчёта по л/р к защите	5	2			
	Лек.17	Теплообменные аппараты		2	0,2		
	Лаб.9	Отчётное занятие		2	2,5		
	СР	Подготовка к тестированию по теме «Тепломассобмен»		3	10		тест №2
	СР	Выполнение ИДЗ №2		13	16		ИДЗ №2
	ПА			0,25			
	СР	Подготовка к итоговому тестированию		21,75			
	ИА	Итоговое тестирование		2	100		
Итого:				144	200		

### Схема расчета итогового балла

Текущий рейтинг + Результат итогового теста и все делится на 2.

Текущий рейтинг складывается из посещения лекций (3,5 б), выполнения лабораторных работ (0,5х9=4,5 б), защита отчётов по лабораторным работам (2х9=18 б), решение практических задач (2х8=16 б), промежуточного тестирования (2х10= 20 б), выполнения индивидуальных домашних заданий (22+16=38 б) – итого 100 баллов.

## 5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Техническая термодинамика и тепломассообмен» используются следующие технологии обучения:

Лекции: интерактивные вебинары — тип занятия, который соединяет в себе традиционную лекцию и такие способы взаимодействия, как дискуссия, разбор, демонстрация слайдов или фильмов.

Практика: решение кейсов — в этом методе берётся конкретная ситуация, и ученики коллективно разрабатывают модель её решения.

Рейтинговая технология – направлена на повышение качества обучения за счет внедрения рейтинговой (балльной) оценки достижений учащихся.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

**Работа над конспектом лекций.** Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств.

Лекции по учебной дисциплине проводятся традиционно с демонстрацией материала основного и дополнительного материала на слайдах и в фильмах. Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач.

Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.

Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30-40 % материала). С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить опiski, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения, возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к практическим (лабораторным) занятиям.

Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля. Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала. Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний. Неоднократное обращение к пройденному материалу является наиболее рациональной формой приобретения и закрепления знаний.



**Подготовка к практическому занятию, лабораторной работе.** Для успешного освоения материала студентам рекомендуется сначала ознакомиться с учебным материалом, изложенным в лекциях и основной литературе по теме занятия, затем выполнить самостоятельные задания (оформить бланк-отчёт по лабораторной работе), при необходимости обращаясь к дополнительной литературе.

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его наиболее важная и сложная часть, требующая пояснений преподавателя в процессе контактной работы со студентами. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, разобраться в иллюстративном материале, задачах.

Заканчивать подготовку следует составлением плана (перечня основных пунктов) по изучаемому материалу (вопросу). Такой план позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам и структурировать изученный материал.

Студент должен быть готов к контрольным опросам на каждом учебном занятии.

**Методические указания к выполнению ИДЗ.** В домашней работе должно быть отражено умение систематизировать, анализировать, обобщать, делать выводы и связывать теоретические знания с практикой. Индивидуальное домашнее задание оформляется в тетради в клетку. Решение задачи должно содержать: исходные данные, перевод единиц измерения в СИ, все необходимые для расчета формулы и их вывод на основании зависимостей, изучаемых в ходе данной дисциплины, при использовании справочных материалов – ссылка на источник обязательна. При необходимости приводятся рисунки, схемы, графики. Графики выполняются на миллиметровой бумаге карандашом в масштабе с нанесением всех необходимых данных.

**Методические рекомендации студентам по подготовке к тестированию.** При подготовке к тестированию студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на практических занятиях.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ОПК-1	ИДЗ №1
		ИДЗ №2
		Тестовые задания
		Банк тестовых заданий итогового тестирования

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Индивидуальное домашнее задание

#### ИДЗ №1 «Техническая термодинамика»

##### Типовой пример задания

##### ВАРИАНТ 000

##### ЗАДАЧА 1

Дымовые газы, образовавшиеся в топке парового котла, охлаждаются с 1200 до 250°C. Во сколько раз уменьшается их объем, если давление в начале и в конце газопроводов одинаково?

##### ЗАДАЧА 2

Определить абсолютное давление в сосуде, если разность столбов ртути в U-образном манометре составляет 580 мм при температуре ртути 25°C, столб воды над ртутью высотой 150 мм. Барометрическое давление воздуха 102,7кПа при 25°C.

##### ЗАДАЧА 3

Определить изменение внутренней энергии стального стержня диаметром 20мм и длиной 200мм, нагруженного постоянной растягивающей силой 0,3МПа, при изменении его температуры от 0°C до 20°C. Коэффициент линейного расширения стали  $\alpha_0 = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ , теплоёмкость стали  $c = 0,46 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ , плотность стали  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ . Работой стержня против сил атмосферного давления пренебречь.

##### ЗАДАЧА 4

1 кг воздуха, занимающий объем 0,0887м<sup>3</sup>/кг при давлении 1 МПа, расширяется до 10-кратного объема.

Определить конечное давление и работу, совершенную воздухом, в изотермическом и адиабатном процессах. Построить графики процессов по полученным данным.

##### ЗАДАЧА 5

6 кг пара при давлении 1МПа и степени сухости 0,505 расширяется изотермически так, что в конце расширения пар оказывается сухим насыщенным.

Определить количество теплоты, сообщенной пару, произведенную им работу и изменение внутренней энергии.

##### ЗАДАЧА 6

Определить удельный расход теплоты и удельный эффективный расход топлива ГТУ с регенерацией теплоты, если степень повышения давления в компрессоре 3,16, температура всасываемого в компрессор воздуха 26°C. Температура газов на выходе из камеры сгорания 704°C, температура воздуха перед регенератором 164°C, температура воздуха после

регенератора  $374^{\circ}\text{C}$ , температура газов перед регенератором  $464^{\circ}\text{C}$  относительный внутренний к.п.д. турбины 0,87, внутренний к.п.д. компрессора 0,85, к.п.д. камеры сгорания 0,97, механический к.п.д. 0,89 и показатель адиабаты 1,4. Низшая теплота сгорания топлива  $41600\text{кДж/кг}$ .

Изобразить цикл.

### **Критерии оценки**

При оценивании задач используется балльная система. Полностью выполненная и оформленная задача оценивается №1-№2 - 2 балла; № 3 – 3 балла, №4 – 5 баллов, № 5 – 4 балла, №6 – 6 баллов (всего за ИДЗ №1 - 22 балла).

Полностью правильно выполненная задача оценивается по максимальному баллу, приведённому выше.

При наличии математических ошибок, неверно решённая задача оценивается на 1 балл ниже.

При наличии логических (смысловых) ошибок, неверно решённая задача оценивается в 1 балл.

Нерешённая задача оценивается в 0 баллов.

### **Краткое описание и регламент выполнения**

Целью ИДЗ является закрепление теоретических знаний, наработка навыков решения теплотехнических задач. Индивидуальное домашнее задание выполняется студентом самостоятельно с использованием рекомендуемой литературы.

В ИДЗ №1 входит шесть задач по темам: «Основные газовые законы», «Теплоемкость. Смеси газов», «I закон термодинамики», «Газовые процессы, их изображения в диаграммах  $p-v$  и  $T-s$ », «Дросселирование. Свойства водяного пара», «Циклы паросиловых установок, ГТУ и холодильных машин».

Индивидуальное домашнее задание оформляется в тетради в клетку. Решение задачи должно содержать: исходные данные, перевод единиц измерения в СИ, все необходимые для расчета формулы и их вывод на основании зависимостей, изучаемых в технической термодинамике, при использовании справочных материалов – ссылка на источник, при необходимости прикладываются диаграммы и графики. Графики выполняются карандашом в масштабе с нанесением всех необходимых данных.

## **ИДЗ №2 «Тепломассообмен»**

### **Типовой пример задания**

#### **ВАРИАНТ 000**

##### **ЗАДАЧА 1**

Определить какую температуру необходимо поддерживать на поверхности трубы с наружным диаметром 25мм, чтобы плотность теплового потока была  $79,65\text{кВт/м}^2$ . труба охлаждается поперечным потоком трансформаторного масла с температурой  $20^{\circ}\text{C}$  и скоростью 1м/с под углом атаки  $50^{\circ}$ . Каков при этом будет коэффициент теплоотдачи?

##### **ЗАДАЧА 2**

На наружной поверхности вертикальной трубы диаметром 46мм и длиной 1,5м конденсируется сухой насыщенный пар при давлении 0,7МПа. Средняя температура этой поверхности  $140^{\circ}\text{C}$ . Определить коэффициент теплоотдачи при конденсации водяного пара. Во сколько раз изменится коэффициент теплоотдачи, если трубу расположить горизонтально?

##### **ЗАДАЧА 3**

Горизонтальная нихромовая проволока диаметром 1мм и длиной 0,5м нагревается электрическим током так, чтобы температура проволоки не превышала 500°C. Проволока охлаждается за счет свободного движения воздуха и излучения. Окружающие проволоку воздух и ограждения находятся при температуре 27°C. Удельное электросопротивление проволоки  $1,1 \cdot 10^{-6}$  Ом·м. Определить допустимую силу тока.

#### **ЗАДАЧА 4**

Уменьшение диаметра длинной прямой трубы привело к повышению коэффициента теплоотдачи в  $z$  раз при турбулентном режиме течения жидкости и постоянной скорости потока. Во сколько раз изменится мощность установки на прокачивание жидкости, если считать, что коэффициент сопротивления трения  $\zeta$  пропорционален  $Re^{-0,25}$ ?

#### **Критерии оценки**

При оценивании задач используется балльная система. Полностью выполненная и оформленная задача оценивается в 4 балла. (всего за ИДЗ №2 - 16 баллов).

Полностью правильно выполненная задача оценивается по максимальному баллу, приведённому выше.

При наличии математических ошибок, неверно решённая задача оценивается на 1 балл ниже.

При наличии логических (смысловых) ошибок, неверно решённая задача оценивается в 1 балл.

Нерешённая задача оценивается в 0 баллов.

#### **Краткое описание и регламент выполнения**

Целью ИДЗ является закрепление теоретических знаний, наработка навыков решения теплотехнических задач. Индивидуальное домашнее задание выполняется студентом самостоятельно с использованием рекомендуемой литературы.

В ИДЗ №2 входит четыре задачи по темам: «Теплоотдача при вынужденном движении жидкости», «Теплоотдача при пленочной конденсации пара. Теплоотдача при кипении», «Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой», «Основы расчета рекуперативных теплообменников».

Индивидуальное домашнее задание оформляется в тетради в клетку. Решение задачи должно содержать: исходные данные, перевод единиц измерения в СИ, все необходимые для расчета формулы и их вывод на основании зависимостей, изучаемых в теплотехнике, при использовании справочных материалов – ссылка на источник, при необходимости прикладываются диаграммы и графики.

#### **7.2.2. Тестирование**

Тестирование проводится на лекционном занятии с целью проверки уровня усвоения пройденного материала.

Тест состоит из 10 вопросов.

В течение семестра проводится два теста по каждому модулю дисциплины.

#### **Критерии оценки**

Каждый правильный ответ на вопрос, содержащийся в тесте, оценивается в 1 балл.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Основные термодинамические параметры состояния рабочего тела. Термическое уравнение состояния.
2	Термодинамический процесс. Обратимые и необратимые процессы. Термодинамическая система.
3	Теплота и работа как формы передачи энергии. Аналитическое выражение и графическое изображение.
4	Аналитические выражения $I$ начала термодинамики.
5	Второе начало термодинамики.
6	Идеальные газы, их свойства и уравнение состояния.
7	Внутренняя энергия, энтальпия и энтропия идеального газа, их вычисление.
8	Теплоемкость идеального газа. Ее виды и взаимосвязь теплоемкостей.
9	Исследование изобарного процесса.
10	Исследование изохорного процесса.
11	Исследование изотермического процесса.
12	Исследование адиабатного процесса.
13	Политропные процессы. Их графическое изображение в $I-d$ ; и $T-S$ диаграммах.
14	Соотношение параметров в политропных процессах.
15	Работа тепла в политропных процессах.
16	Смеси идеальных газов. Способы задания смеси. Молекулярная масса и газовая постоянная смеси.
17	Основные законы идеальных газов.
18	Реальные газы и пары, их свойства и уравнение состояния.
19	Сопла, процессы преобразования энергии в них.
20	Диффузоры, процессы преобразования энергии в них.
21	Исследование процесса дросселирования. Эффект Джоуля-Томсона.
22	Прямые и обратные циклы, их назначение.
23	Идеальный цикл Карно, его КПД.
24	Схема и цикл паротурбинной установки, ее КПД.
25	Схема и цикл воздушной холодильной установки.
26	Схема и цикл паро-компрессорной холодильной установки.
27	Исследование процесса сжатия в компрессорах. Индикаторная диаграмма компрессора.
28	Понятие о технической работоспособности (эксергии).
29	Принцип возрастания энтропии и ее связь с потерей работоспособности.
30	Основные положения теплопроводности.
31	Теплопроводность при стационарном режиме и граничных условиях первого рода.
32	Теплопроводность при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода. Коэффициент теплопередачи.
33	Теплопроводность при нестационарном режиме.
34	Конвективный теплообмен.
35	Конвективный теплообмен в вынужденном и свободном потоке жидкости.
36	Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества.

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к зачету</b>
37	Теплообмен излучением.
38	Теплообменные аппараты.
39	Тепло- и массоперенос во влажных телах.
40	Влажный воздух. Характеристики влажного воздуха
41	Способы передачи теплоты. Количественные характеристики переноса теплоты.
42	Основной закон теплопроводности.
43	Краевые условия. (Условия однозначности).
44	Теплопроводность через плоскую стенку.
45	Теплопроводность через цилиндрическую стенку.
46	Основной закон конвективного теплообмена.
47	Теория подобия. Критерии подобия.
48	Теплообмен при течении жидкости в трубах.
49	Теплообмен при естественной конвекции.
50	Теплообмен при поперечном омывании пучков труб.
51	Основной закон теплового излучения.
52	Теплообмен излучения между двумя твердыми телами.
53	Типы теплообменных аппаратов.
54	Основное уравнение теплопередачи.
55	Тепловой расчет теплообменного аппарата.
56	Рекуперативные теплообменные аппараты.
57	Регенеративные теплообменные аппараты.
58	Смесительные теплообменные аппараты.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

<b>Семестр</b>	<b>Форма проведения промежуточной аттестации</b>	<b>Критерии и нормы оценки</b>	
5	По накопительному рейтингу	«зачтено»	Набрано $\geq 40$ баллов
		«не зачтено»	Набрано $< 40$ баллов

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Г. А. Круглов	Теплотехника [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2017	ЭБС "Лань"
2	Крайнов А. В.	Термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2017	ЭБС "IPRbooks"
3	Мирам А. О.	Техническая термодинамика. Тепломассообмен [Электронный ресурс]	Учебное издание	2018	ЭБС "Консультант студента"
4	З. Х. Замалеев,	Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2018	ЭБС "Лань"
5	Лебедев В. А.	Основы энергетики [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2019	ЭБС "Лань"
6	Кудинов А. А.	Тепломассообмен [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2020	ЭБС "ZNANIUM.CO M"
7	Логинов В. С.	Примеры и задачи по тепломассообмену [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2019	ЭБС "Лань"
8	Логинов В. С.	Практикум по основам теплотехники [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2019	ЭБС "Лань"

## 8.2. Дополнительная литература

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
1	Стоянов Н. И.	Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2014	ЭБС "IPRbooks"
2	Федина В. В.	Техническая термодинамика	Учебное пособие	2015	1



### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- <file:///C:/Users/Елена/Desktop/Кузовлев%20В.А.%20-%20Техническая%20термодинамика%20и%20основы%20теплопередачи%20-%201983.pdf>
- <http://books.ifmo.ru/file/pdf/1446.pdf>
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands : Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (С-302)	Столы преподавательские, столы ученические двухместные, шкаф, доска аудиторная меловая, эл.щит, стулья, стенды к лабораторным работам, пожарный ящик, жалюзи.
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (С-601)	Столы ученические двухместные (моноблок), стол преподавательский, доска аудиторная, кресло преподавателя, тумбочка для проектора; проектор, ноутбук, экран для проектора, жалюзи
3	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная	Доска аудиторная, столы преподавательские, столы ученические

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (С-612)	двухместные (моноблок) , стеллажи, шкафы, кресло преподавателя, проектор, ноутбук , экран .