

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

**Утверждено**  
В составе образовательной программы  
Учебно-методическим советом ВГТУ  
28.04.2022 протокол № 2

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

ОП.18

Термодинамика и теплообмен

**Специальность:** 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения

**Квалификация выпускника:** техник

**Нормативный срок обучения:** 3 года 10 месяцев


**Форма обучения:** очная

Год начала подготовки: 2022г.

Программа обсуждена на заседании методического совета СПК «20» января 2023 г.  
Протокол № 5,

Председатель методического совета СПК


Сергеева С.И.

  
(Ф.И.О., подпись)

Программа одобрена на заседании педагогического совета СПК «27» января 2023 г.  
Протокол № 5.

Председатель педагогического совета СПК

Дегтев Д.Н.

  
(Ф.И.О., подпись)

2023

Программа дисциплины разработана на основе федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения, утвержденного приказом Минобрнауки России от 05.02.2018 №68.

Организация-разработчик: ВГТУ

Разработчик:

Макаров Артем Русланович, преподаватель СПК

*(Ф.И.О., ученая степень, звание, должность)*

## СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
1.1	Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.....	4
1.2	Требования к результатам освоения дисциплины .....	4
1.3	Количество часов на освоение программы дисциплины.....	5
2	СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
2.1	Объем дисциплины и виды учебной работы .....	7
2.2	Тематический план и содержание дисциплины .....	8
3	УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
3.1	Требования к материально-техническому обеспечению.....	12
3.2	Перечень нормативных правовых документов, основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	12
3.3	Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных, информационных справочных систем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	13
3.4	Особенности реализации дисциплины для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	14
4	КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15

# 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

## ОП.18 Термодинамика и теплообмен

(название дисциплины)

### 1.1 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «ОП.18 Термодинамика и теплообмен» относится к общепрофессиональному циклу учебного плана.

### 1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- **У1** применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок или теплового баланса для систем, в которых не производится работа;
- **У2** использовать уравнение состояния идеального газа, в том числе для газовых смесей;
- **У3** проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха;
- **У4** рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров;
- **У5** проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей;
- **У6** анализировать теплосиловые циклы в  $i$ -S, T-S диаграммах.
- **У7** рассчитывать процессы тепломассообмена;
- **У8** рассчитывать и подбирать теплообменное оборудование;
- **У9** анализировать научно-техническую литературу по тепломассообмену;
- **У10** выявлять достоинства и недостатки традиционных и современных методов и методик расчета и проектирования теплотехнических систем и оборудования;
- **У11** составлять отчеты, заявки, пояснительные записки по выполненным расчетным работам.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать**:

- **З1** первый закон термодинамики применительно к закрытой системе и к стационарному потоку;
- **З2** второй закон термодинамики и его связь с методами оценки эффективности теплотехнического оборудования, третий закон термодинамики;
- **З3** законы, связанные с состояниями и процессами различных рабочих веществ идеального газа, газовой смеси, реального газа ( пара), двухфазной системы.
- **З4** величины, характеризующие: состояние термодинамической системы:  $p$ ,  $V$ ,  $T$  - параметры, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарноизотермический потенциал, теплота, работа, теплоемкость и др., и термодинамические процессы;

- **35** термодинамическую эффективность: термический КПД, внутренний относительный КПД, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент и др.;
- **36** конкретное рабочее вещество - степень сухости пара, относительная влажность воздуха, влагосодержание воздуха;
- **37** теоретические основы теплообмена и массопереноса;
- **38** основные законы теплообмена
- **39** естественнонаучную сущность процессов теплообмена и массопереноса, встречающихся в ходе профессиональной деятельности в сфере теплогазоснабжения и вентиляции;
- **310** основополагающие законы и методы расчета и проектирования теплообмена и массопереноса, применяемые в строительной отрасли, их достоинства и недостатки.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **иметь практический опыт:**

- **П1** владеть методиками расчета термодинамических параметров рабочих тел;
- **П2** владеть справочными таблицами, диаграммами состояния рабочих тел;
- **П3** владеть навыками работы со специализированными отечественными и зарубежными источниками научно-технической информации;
- **П4** владеть навыками внедрения результатов исследований и практических теплотехнических разработок в сфере теплогазоснабжения.

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих общих и профессиональных компетенций:

**ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;**

**ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;**

**ПК 1.2. Выполнять расчет систем газораспределения и газопотребления;**

**ПК 2.4. Выполнять пусконаладочные работы систем газораспределения и газопотребления;**

**ПК 3.1. Осуществлять контроль и диагностику параметров эксплуатационной пригодности систем газораспределения и газопотребления;**

**ПК 3.6. Анализировать и контролировать процесс подачи газа низкого давления и соблюдения правил его потребления в системах газораспределения и газопотребления.**

### **1.3 Количество часов на освоение программы дисциплины**

Максимальная учебная нагрузка - 84 часа, в том числе:

обязательная часть - 0 часов;  
вариативная часть - 84 часа.

Объем практической подготовки - 35 часов.

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов	В том числе в форме практической подготовки
<b>Объем работы обучающихся в академических часах (всего)</b>	84	35
<b>Объем работы обучающихся во взаимодействии с преподавателем (всего)</b>	49	24
в том числе:		
лекции	32	8
практические занятия	16	16
<b>В том числе:</b> практическая подготовка в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью		48
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего) с обоснованием расчета времени, затрачиваемого на ее выполнение</b>	17	11
в том числе:		
<i>изучение учебного/теоретического материала (по конспектам лекций), изучение основной и дополнительной литературы</i>	8	4
<i>подготовка к практическим и лабораторным занятиям</i>	6	4
<i>выполнение индивидуального или группового задания</i>	3	3
<b>Консультации</b>	1	-
<b>Промежуточная аттестация в форме</b>		
5 семестр – экзамен, в том числе: подготовка к экзамену, предэкзаменационная консультация, процедура сдачи экзамена	18	-

## 2.2 Тематический план и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объем часов	Формируемые знания и умения
1	2	3	
<b>Тема 1.1</b> <b>Техническая термодинамика.</b> <b>Основные законы.</b>	<i>Содержание лекции</i>		
	1 Основное определение термодинамики, первый закон термодинамики, аналитические выражения, энтальпия. Основные законы идеальных газов. Располагаемая и совершаемая системой работа. Термодинамические циклы. Прямые и обратные циклы. Понятие энтропии как параметра состояния. Статистический смысл энтропии. Второй закон термодинамики. Формулировки и аналитическое выражение	2	31, 32 У1 П1, П2, П3 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.6
	Практические занятия: Решение задач с использованием основных термодинамических циклов.	1	
	Самостоятельная работа обучающихся: Круговые термодинамические процессы(циклы). Прямой и обратный обратимые циклы Карно. Теорема Карно.	2	
<b>Тема 1.2</b> <b>Уравнение состояния идеального газа, теплоемкость.</b>	<i>Содержание лекции</i>		
	1 Основные параметры состояния (температура, давление, удельный объем и т.д.) Идеальный газ, законы идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Теплоемкость. Понятие теплоемкости, ее классификации по количеству вещества, характеру процесса, интервалу температуры. Уравнение Майера для идеального газа. Связь между различными видами теплоемкости.	2	33 У2 П1, П2, П3 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.6
	Практические занятия: Решение задач с использованием уравнения состояния идеального газа.	1	
	Самостоятельная работа обучающихся: Газовые смеси. Характеристики газовых смесей, способы задания газовых смесей.	2	
<b>Тема 1.3</b> <b>Водяной пар.</b>	<i>Содержание лекции</i>		
	1 Реальные газы и пары. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса. Водяной пар. Параметры водяного пара. PV-, TS- и iS - диаграммы состояний водяного пара. Таблицы свойств водяного пара.	2	34 У3, У6 П1, П2, П3 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.6
	Практические занятия: Разбор диаграмм, нахождение основных параметров водяного пара по диаграммам.	1	
	Самостоятельная работа обучающихся: Расчет термодинамических процессов водяного пара по диаграммам и таблицам.	1	
<b>Тема 1.4</b> <b>Влажный воздух</b>	<i>Содержание лекции</i>		
	1 Дросселирование газов и паров. Сущность процесса. Изменение калорических и термических параметров при дросселировании. Эффект Джоуля-Томсона. Температура «точки росы» Параметры влажного воздуха. Характеристики влажного воздуха, как смеси идеальных газов. Процессы нагрева, сушки. Id - диаграмма влажного воздуха. Расчет процессов идеальной сушки на	2	33, 34 У4, У6 П1, П2, П3 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.6



		Id - диаграмме.		
		Практические занятия: разбор диаграммы состояния влажного воздуха, нахождение параметров по диаграмме.	1	
		Самостоятельная работа обучающихся: Реальный процесс сушки	2	
<b>Тема 1.5 Понятие о смесях. Смеси идеальных газов. Истечение газов и паров.</b>	Содержание лекции:			
	1	Чистые вещества. Раствор. Газовая смесь. Массовая доля. Уравнение состояния Клапейрона. Основные понятия. Уравнение Первого закона термодинамики для потока. Работа проталкивания. Связь между приращением кинетической энергии потока и технической (располагаемой) работой. Адиабатное течение в соплах. Скорость и массовый расход газа при адиабатном истечении. Исследование адиабатного истечения идеального газа из суживающегося сопла. Критическое отношение давлений. Критическая скорость и критические параметры газа при течении его в сопле. Сопло Лавала. Особенности его расчета. Действительный процесс истечения	2	31, 32, 34 У1, У2, У6 П1, П2, П3 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.6
	Практические занятия : работа с диаграммой и решение задач.		1	
	Самостоятельная работа обучающихся: . Расчет истечения водяного пара из суживающихся сопел и сопла Лавала с помощью таблиц и is-диаграммы.		1	
<b>Тема 1.6 Дросселирование газов и паров.</b>	Содержание лекции:			
	1	Сущность процессов дросселирования. Изменение параметров в процессе адиабатного дросселирования. Условное изображение процесса дросселирования в is-диаграмме. Практическое использование процесса дросселирования.	2	33, 34 У4, У6 П1, П2, П3 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.6
	Практические занятия: Решение задач по теме 1.6.		1	
	Самостоятельная работа обучающихся: Подготовка по лекционному материалу		2	
<b>Тема 1.7 Термодинамические основы компрессорных машин.</b>	Содержание лекции:			
	1	Рабочий процесс идеального компрессора. Работа, затрачиваемая на привод одноступенчатого компрессора при изометрическом, адиабатном и политропном сжатии. Влияние объема вредного пространства на работу компрессора. Многоступенчатый компрессор. Изображение в pv- и Ts-диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах.	2	33, 34 У2, У5, У6 П1, П2, П3 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.6
	Практические занятия: работа с pv- и Ts-диаграммами термодинамических процессов, решение задач.		1	
	Самостоятельная работа обучающихся: Подготовка по лекционному материалу		1	
<b>Тема 1.8 Циклы тепловых двигателей и теплоэнергетических установок.</b>	Содержание лекции:			
	1	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания и их анализ. Циклы газотурбинных установок(ГТУ). Методы повышения КПД. Основной цикл паросиловых установок (цикл Ренкина). Влияние начальных и конечных параметров пара на термический КПД цикла Ренкина. Изображение этого цикла в pv- и Ts-диаграммах. Понятие о промежуточном перегреве пара.	2	35, 36 У5, У6 П1, П2, П3 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.6
	Практические занятия: разбор циклов в pv- и Ts-диаграммах.		1	
	Самостоятельная работа обучающихся: Подготовка по лекционному материалу		1	
<b>Тема 1.9</b>	Содержание лекции:		2	

<b>Теплопередача.</b>	1	Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки при граничных условиях третьего рода. Критический диаметр тепловой изоляции. Пути интенсификации теплопередачи. Теплопередача через оребренную стенку. Коэффициент эффективности ребра.		37, 38 У7, У9 ПЗ, П4 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.6
		Практические занятия: Теплопроводность через пластину, многослойную и однослойную стенку.	1	
		Самостоятельная работа обучающихся :изучение лекционного материала	1	
<b>Тема 1.10 Теплообменные Аппараты.</b>		Содержание лекции:		
	1	Классификация теплообменных аппаратов. Основы теплового расчета рекуперативных теплообменников: уравнения теплового баланса, теплопередачи, коэффициент теплопередачи теплообменного аппарата. Определение среднего температурного напора теплообменного аппарата. Особенности теплового расчета регенеративных теплообменных аппаратов. Гидромеханический расчет теплообменных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчет теплообменника.. Методика расчета теплообменника на основе понятия эффективности теплообменника и числа единиц переноса теплоты.	2	37, 38, 310 У7, У8, У9 ПЗ, П4 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.6
		Практические занятия: Решение задач по теме 1.10	1	
		Самостоятельная работа обучающихся: Подготовка по лекционному материалу	1	
<b>Тема 1.11 Тепловое излучение.</b>		Содержание лекции:		
	1	Основные понятия и определения: интегральная и спектральная плотность излучения, угловая плотность излучения, яркость излучения. Эффективное и результирующее излучение. Законы теплового излучения: Планка, Кирхгофа, Ламберта, Стефана-Больцмана. между телами в диатермичной среде.	2	37, 38, 39 У7, У8, У10 ПЗ, П4 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.1
		Практические занятия: Решение задач по теме 1.11	1	
		Самостоятельная работа обучающихся: Подготовка по лекционному материалу	0,5	
<b>Тема 1.12 Лучистый теплообмен.</b>		Содержание лекции:		
	1	Теплообмен излучением при наличии экранов. Тепловое излучение в поглощающей среде (газах). Степень черноты газового объема. Сложный теплообмен. Числа подобия Кирпичева и Больцмана	2	37, 38, 310 У7, У8, У11 ПЗ, П4 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.1
		Практические занятия: решение задач по теме 1.12	1	
		Самостоятельная работа обучающихся: изучение лекционного материала	0,5	
<b>Тема 1.13 Конвекция.</b>		Содержание лекции:		
	1	Основные понятия и определения: виды конвекции, коэффициент теплоотдачи, свойства теплоносителей, гидродинамический и тепловой пограничный слой. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.	2	37, 38, 39 У7, У8, У10 ПЗ, П4 ОК 01, ОК,02 ПК 2.4, ПК 3.1
		Практические занятия: . Решение задач по теме 1.13	1	

	Самостоятельная работа обучающихся: изучение лекционного материала	0,5	
<b>Тема 1.14</b> <b>Критерии подобия.</b>	Содержание лекции:		37, 38, 39, 310 У7, У8, У9 П3, П4 ОК 01, ОК,02 ПК 2.4, ПК 3.1
	1 Критерии подобия и критериальные уравнения. Основы теории подобия. Числа подобия. Условия подобия при конвективном теплообмене. Вынужденная конвекция при течении среды в трубах и каналах. Вынужденная конвекция при поперечном омывании одиночных труб и трубных пучков. Теплоотдача при свободной конвекции в неограниченном и ограниченном пространстве	2	
	Практические занятия: решение задач по основным критериям подобия.	1	
	Самостоятельная работа обучающихся: изучение лекционного материала	0,5	
<b>Тема 1.15</b> <b>Термодинамика</b> <b>холодильных</b> <b>установок.</b>	Содержание лекции:		37, 38, 310 У7, У8, У11 П3, П4 ОК 01, ОК,02 ПК 1.2, ПК 3.1
	1 Общие понятия и определения. Цикл воздушной холодильной установки. цикл пароконденсационной холодильной установки. цикл парожеткорной холодильной установки. схемы двухступенчатых и каскадных холодильных машин	2	
	Практические занятия: Расчет цикла одноступенчатой паровой холодильной машины, определение параметров хладагента и подбор компрессора, расчет цикла паровой каскадной холодильной машины	1	
	Самостоятельная работа обучающихся: изучение лекционного материала	0,5	
<b>Тема 1.16</b> <b>Поршневые</b> <b>компрессоры.</b>	Содержание лекции:		37, 38, 39, 310 У7, У8, У9 П3, П4 ОК 01, ОК,02 ПК 2.4, ПК 3.1
	1 Графическое определение полной работы одноступенчатого компрессора, изучение диаграммы поршневого компрессора.	2	
	Практические занятия: изучение диаграммы поршневого компрессора.	1	
	Самостоятельная работа обучающихся: изучение лекционного материала	0,5	
Консультации		1	
Промежуточная аттестация		18	
	<b>Всего:</b>	84	

## **3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1 Требования к материально-техническому обеспечению**

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета.

Оборудования учебного кабинета: посадочные места по количеству обучающихся, рабочее места преподавателя.

Технические средства обучения: муфельная печь, теплогенерирующие установки, стенд по теплоснабжению, плакаты, сушильный шкаф, механические весы, мультимедиапроектор, библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотек страны и мира.

### **3.2 Перечень нормативных правовых документов, основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **а) основная литература**

1. Теплотехника [Текст]: учебник / под ред. А. П. Баскакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Бастет, 2010 (Ярославль : ОАО "Ярославский полиграфкомбинат", 2010). - 324, [1] с., [1] л. диагр. : ил. - ISBN 978-5-903178-19-3 : 492-00. – 100 экз.

2. Курносов, А.Т. Техническая термодинамика: учеб. пособие / А.Т. Курносов, Д.Н. Китаев.; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. - Воронеж, 2007. – 110 с. (102 экз.)

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 27.06.2018).

4. 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.

5. Китаев, Д.Н. Термодинамические основы производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, КЭС и в районных котельных: метод. указания к выполнению курсовой работы/ Д.Н. Китаев, Г.Н. Мартыненко. - Воронеж, 2021. - 40 с.

6. Китаев, Д.Н. Исследование термодинамических параметров газов: метод. указания к лабораторным работам/ Д.Н. Китаев, Г.Н. Мартыненко. - Воронеж, 2021. - 37 с.

7. Андреев, В.В. Теплотехника: учебник / В.В. Андреев, В.А. Лебедев, Б.И. Спесивцев; под редакцией В.А. Лебедев. – Санкт-Петербург: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016. – 288 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/71706.html>;

8. Дерюгин, В. В. Тепломассообмен: учебное пособие / В.В. Дерюгин, В.Ф. Васильев, В.М. Уляшева. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 244 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/74378.html>;

9. Горбачев, М. В. Тепломассообмен: учебное пособие / М. В. Горбачев. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015. – 443 с. – <http://www.iprbookshop.ru/91625.html>;

10. Исаченко, В.П. Теплопередача : Учебник. – 5-е изд., стереотип. – М. : Арис, 2013. – 416 с.

б) дополнительная литература

1. Цветков, О. Б. Термодинамика. Тепломассообмен. Термодинамика и теплопередача. Прикладной тепломассообмен: учебно-методическое пособие / О. Б. Цветков, Ю. А. Лаптев, Ю. Н. Ширяев. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. – 64 с. – RL: <http://www.iprbookshop.ru/68191.html>;

2. Стоянов, Н. И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен): учебное пособие / Н. И. Стоянов, С. С. Смирнов, А. В. Смирнова. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. – 226 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/63139.html>;

3. Мракин, А. Н. Расчет тепломассообменного оборудования: практикум / А. Н. Мракин. – Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015. – 44 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/76509.html>;

4. Арзамасцев, А. Г. Исследование естественной конвекции на горизонтальных трубах: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Тепломассообмен» / А. Г. Арзамасцев, В. Я. Губарев, А.Г. Ярцев. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. – 17 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/75072.html>;

5. Епифанов, В. С. Техническая термодинамика и теплопередача: лабораторный практикум / В. С. Епифанов, А. М. Степанов. – Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2015. – 65 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/47961.html>;

### **3.3 Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных, информационных справочных систем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Для освоения дисциплины требуется следующее программное обеспечение:

1. OpenOffice;
2. nanoCAD;
3. MATLAB;
4. Google Chrome.

Для освоения дисциплины используются следующие профессиональные базы данных, информационные справочные системы ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Информационные справочные системы: единое окно доступа к образовательным ресурсам – <http://window.edu.ru>; Справочная система ВГТУ – <https://wiki.cchgeu.ru>; СтройКонсультант; Справочная Правовая Система КонсультантПлюс; Электронно-библиотечная система IPRbooks; «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки»; ЭБС Лань; Научная электронная библиотека Elibrary;

2. Современные профессиональные базы данных: Национальная информационная система по строительству – <http://www.know-house.ru>; Портал Российской академии архитектуры и строительных наук – <http://www.raasn.ru>; Электронная библиотека строительства – <http://www.zodchii.ws>; Портал АВОК – <https://www.abok.ru>.

### **3.4 Особенности реализации дисциплины для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

*При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается индивидуальный график обучения.*

*Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.*

*Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, создаются фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.*

## 4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и/или лабораторных занятий, а также выполнения обучающимися самостоятельной работы.

Оценка качества освоения программы дисциплины включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию по результатам освоения дисциплины.

Результаты обучения (умения, знания, практический опыт)	Формы контроля результатов обучения
<b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>У1</b> применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок или теплового баланса для систем, в которых не производится работа;</li> <li>– <b>У2</b> использовать уравнение состояния идеального газа, в том числе для газовых смесей;</li> <li>– <b>У3</b> проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха;</li> <li>– <b>У4</b> рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров;</li> <li>– <b>У5</b> проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей;</li> <li>– <b>У6</b> анализировать теплосиловые циклы в <math>i</math>-S, T-S диаграммах.</li> <li>– <b>У7</b> рассчитывать процессы теплообмена;</li> <li>– <b>У8</b> рассчитывать и подбирать теплообменное оборудование;</li> <li>– <b>У9</b> анализировать научно-техническую литературу по теплообмену;</li> <li>– <b>У10</b> выявлять достоинства и недостатки традиционных и современных методов и методик расчета и проектирования теплотехнических систем и оборудования;</li> <li>– <b>У11</b> составлять отчеты, заявки, пояснительные записки по</li> </ul>	<p>Текущий контроль в форме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устного и (или) письменного опроса;</li> <li>- оценки результатов практических занятий;</li> <li>- оценки результатов самостоятельной работы.</li> </ul> <p>Промежуточная аттестация: экзамен</p>

выполненным расчетным работам.	
<b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>31</b> первый закон термодинамики применительно к закрытой системе и к стационарному потоку;</li> <li>– <b>32</b> второй закон термодинамики и его связь с методами оценки эффективности теплотехнического оборудования, третий закон термодинамики;</li> <li>– <b>33</b> законы, связанные с состояниями и процессами различных рабочих веществ идеального газа, газовой смеси, реального газа ( пара), двухфазной системы.</li> <li>– <b>34</b> величины, характеризующие: состояние термодинамической системы: <math>p</math>, <math>V</math>, <math>T</math> - параметры, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарноизотермический потенциал, теплота, работа, теплоемкость и др., и термодинамические процессы;</li> <li>– <b>35</b> термодинамическую эффективность: термический КПД, внутренний относительный КПД, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент и др.;</li> <li>– <b>36</b> конкретное рабочее вещество - степень сухости пара, относительная влажность воздуха, влагосодержание воздуха;</li> <li>– <b>37</b> теоретические основы теплообмена и массопереноса;</li> <li>– <b>38</b> основные законы теплообмена</li> <li>– <b>39</b> естественнонаучную сущность процессов теплообмена и массопереноса, встречающихся в ходе профессиональной деятельности в сфере теплогазоснабжения и вентиляции;</li> <li>– <b>310</b> основополагающие законы и методы расчета и проектирования теплообмена и массопереноса, применяемые в строительной отрасли, их достоинства и недостатки.</li> </ul>	<p>Текущий контроль в форме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устного и (или) письменного опроса;</li> <li>- оценки результатов практических занятий;</li> <li>- оценки результатов самостоятельной работы.</li> </ul> <p>Промежуточная аттестация: экзамен</p>
<b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен иметь практический опыт:</b>	
– <b>П1</b> владеть методиками расчета термодинамических параметров	Текущий контроль в форме: - устного и (или) письменного опроса;



<p>рабочих тел;</p> <p>– <b>П2</b> владеть справочными таблицами, диаграммами состояния рабочих тел;</p> <p>– <b>П3</b> владеть навыками работы со специализированными отечественными и зарубежными источниками научно-технической информации;</p> <p>– <b>П4</b> владеть навыками внедрения результатов исследований и практических теплотехнических разработок в сфере теплогазоснабжения.</p>	<p>- оценки результатов практических занятий;</p> <p>- оценки результатов самостоятельной работы.</p> <p>Промежуточная аттестация: экзамен</p>
--	--

**Разработчики:**

ВГТУ СПК  
(место работы)

преподаватель  
(занимаемая должность)

М.П. Долгих М.М.  
(подпись, инициалы, фамилия)<sup>1</sup>

\_\_\_\_\_  
(место работы)

\_\_\_\_\_  
(занимаемая должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_  
(место работы)

\_\_\_\_\_  
(занимаемая должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы, фамилия)

**Руководитель образовательной программы**

преподаватель 1 категории СПК

Долгих М.М.  
(подпись)

Долгих М.М.

**Эксперт**

М.П. Долгих М.М.  
(место работы)

Долгих М.М.  
(подпись)

Долгих М.М.  
(Ф.И.О)



\_\_\_\_\_