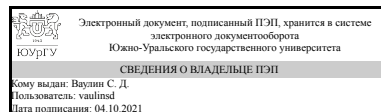


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



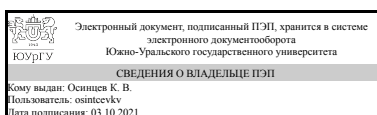
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.19 Теоретические основы теплотехники
для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
уровень Бакалавриат
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Промышленная теплоэнергетика

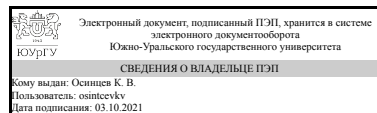
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 143

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



К. В. Осинцев

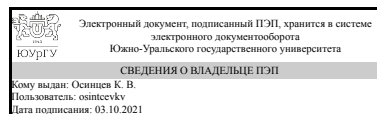
Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



К. В. Осинцев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления
к.техн.н., доц.



К. В. Осинцев

1. Цели и задачи дисциплины

Раздел «Термодинамика» имеет целью изучить законы термодинамики, ознакомить с основными термодинамическими свойствами рабочих тел и теплоносителей теплоэнергетических установок, методами расчета этих свойств, методами расчета и анализа рабочих процессов и циклов теплоэнергетических установок с целью достижения их наивысшей энергетической эффективности. Раздел «Тепломассообмен» имеет целью изучение бакалаврами закономерностей основных процессов переноса теплоты и массы, освоение методов решения различных задач тепломассообмена, приобретение навыков экспериментального исследования процессов тепломассообмена посредством физического и математического моделирования

Краткое содержание дисциплины

Термодинамика Первый закон термодинамики. Техническая термодинамика как теоретическая основа теплоэнергетики. Термодинамическая система и окружающая среда. Равновесные и неравновесные состояния и процессы. Теплота и работа – формы передачи энергии. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и энтальпия. Работа расширения. Уравнение первого закона термодинамики для стационарного потока массы. Термодинамические свойства и процессы идеального газа. Уравнение состояния Клапейрона-Менделеева. Молекулярно-кинетическая теория теплостойкости газов. Зависимость теплостойкости идеального газа от температуры. Основные процессы идеальных газов. Политропные процессы и их анализ. Смеси идеальных газов. Расчет термодинамических свойств смеси идеальных газов по свойствам компонентов. Второй закон термодинамики. Формулировки второго закона термодинамики и связь между ними. Процессы обратимые и необратимые. Термодинамические циклы. Термический коэффициент полезного действия цикла теплового двигателя. Цикл Карно и его КПД. Доказательство существования энтропии. Расчет изменения энтропии идеального газа с помощью таблиц. TS–диаграмма и ее свойства. Термодинамические циклы в TS–диаграмме. Возрастание энтропии в изолированной системе. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Эксергия как мера работоспособности системы. Потеря эксергии в необратимых процессах. Статистический характер второго закона термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность состояния. Третий закон термодинамики. Формулировки и аналитическое выражение третьего закона термодинамики. Гипотеза Планка. Абсолютная энтропия. Следствия третьего закона термодинамики. Реальные газы. Термодинамические свойства реальных газов. PV–диаграмма. Фактор сжимаемости и zp–диаграмма. Фазовая pT–диаграмма. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Виріальное уравнение состояния для умеренно сжатых газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Принцип соответственных состояний и подобие термодинамических свойств веществ. zp–диаграмма. Водяной пар. Удельный объем, энтальпия и энтропия воды, влажного, сухого насыщенного и перегретого пара. Сверхкритическая область состояния пара. Таблицы термодинамических свойств водяного пара и других веществ. Ts–диаграмма и hs–диаграмма для водяного пара. Расчет процессов для водяного пара. Истечение из сопел, дросселирование. Параметры полного адиабатного торможения. Уравнение механической энергии. Скорость истечения из суживающегося сопла.

Максимальный расход и критическая скорость. Зависимость скорости и расхода газа через сопло от отношения конечного и начального давлений. Сопло Лаваля. Истечение с учетом необратимости. Коэффициенты скорости и расхода. Уравнение процесса дросселирования. Дросселирование идеального газа. Процесс дросселирования водяного пара в h_s – диаграмме. Температура инверсии. Кривая инверсии. Циклы паротурбинных установок. Принципиальная схема паротурбинной установки, цикл в $p-v$ – и Ts –диаграммах. Термический КПД цикла. Влияние начальных и конечных параметров пара на термический КПД цикла. Необратимое расширение пара в турбине. Тепловой и энергетический балансы паротурбинной установки. Цикл и схема паротурбинной установки со вторичным перегревом пара; цикл в Ts – и h_s –диаграммах. КПД цикла. Регенеративный подогрев питательной воды. Термический КПД регенеративного цикла. Эксергетический анализ цикла паротурбинной установки. Циклы атомных станций с водяным теплоносителем. Цикл насыщенного пара с промежуточной сепарацией и перегревом пара. Газовые циклы. Работа одноступенчатого компрессора. Отводимое тепло. Многоступенчатый компрессор. Оптимальное распределение давления по ступеням. Необратимое адиабатное сжатие в компрессоре. Индикаторная диаграмма и цикл поршневого двигателя внутреннего сгорания. Циклы с подводом тепла при $v=\text{const}$, $p=\text{const}$ и смешанным подводом тепла. КПД циклов и их термодинамический анализ. Принципиальная схема и цикл газотурбинной установки с подводом тепла при постоянном давлении. Термический КПД идеального цикла. Действительный цикл и его КПД. Влияние необратимости процессов сжатия и расширения. Регенерация, многоступенчатое сжатие и ступенчатый подвод тепла в газотурбинной установке. Комбинированные циклы. Комбинированная выработка электроэнергии и тепла. Термодинамические основы теплофикации. Преимущества и недостатки водяного пара как рабочего тела паротурбинных установок. Схема, цикл и КПД паро-паровой бинарной установки. Схемы и циклы парогазовых установок. Циклы холодильных установок. Обратные циклы. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент. Схема и цикл воздушной холодильной установки. Схема и цикл парокомпрессионной холодильной установки. Цикл термотрансформатора (теплового насоса). Отопительный коэффициент. Основы химической термодинамики. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Константа химического равновесия и изменение термодинамического потенциала. Зависимость константы равновесия от температуры. Влажный воздух. Абсолютная и относительная влажность влажного воздуха. Влажосодержание. Температура точки росы. Расчет термодинамических свойств влажного воздуха. h_d – диаграмма влажного воздуха. Термодинамические процессы с влажным воздухом. Тепломассообмен Способы теплообмена. Способы тепло- и массопереноса: теплопроводность, конвекция, излучение, диффузия. Феноменологический метод изучения явлений тепло- и массообмена. Определение основных понятий: температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока. Вектор плотности теплового потока. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности газов, жидкостей и твердых тел. Дифференциальное уравнение теплопроводности и его решения. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Коэффициент температуропроводности. Закон Ньютона-Рихмана. Перенос тепла в плоской стенке при постоянном и переменном коэффициенте теплопроводности. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку. Критический диаметр цилиндрической

стенки. Критический диаметр тепловой изоляции. Температурное поле при наличии в теле источников тепла (пластина, цилиндрический стержень). Оребрение поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи. Перенос тепла по стержню (ребру). Тепловой поток с поверхности стержня (ребра). Теплопередача через оребренную стенку. Коэффициент эффективности ребра. Численные методы решения задач стационарной теплопроводности; компьютерное моделирование. Температурное поле в процессе охлаждения (нагрева) пластины. Метод Фурье. Безразмерная форма решения задачи о нестационарной теплопроводности пластины. Число Био. Безразмерное время (число Фурье). Температурное поле в процессе охлаждения (нагрева) бесконечно длинного цилиндра, шара и некоторых тел конечных размеров. Задача об охлаждении (нагревании) полуограниченного тела как модель начального периода нестационарной теплопроводности тела произвольной формы. Регулярный режим охлаждения. Определение теплофизических свойств материалов методом регулярного режима. Теоремы Кондратьева. Численные методы для нестационарной теплопроводности. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена; применение методов подобия и размерностей к изучению процессов конвективного теплообмена. Математическое описание процесса конвективного теплообмена: дифференциальные уравнения энергии, движения, неразрывности. Физические свойства жидкостей и газов, существенные для процесса конвективного теплообмена. Классификация теплоносителей по числу Прандтля. Безразмерный вид математического описания конвективного теплообмена. Безразмерные комплексы: число Рейнольдса, число Грасгофа, число Рэлея, число Нуссельта. Теория подобия и размерности. Пи - теорема. Пограничный слой. Турбулентность. Рейнольдсовы преобразования дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. Турбулентная теплопроводность. Турбулентная вязкость. Турбулентное число Прандтля. Теплоотдача и гидравлическое сопротивление при вынужденном течении в каналах, обтекание трубы и пучка труб. Теплообмен и сопротивление при ламинарном и турбулентном пограничном слое на пластине. Задачи Блазиуса и Польгаузена. Аналогия Рейнольдса. Теплообмен при вынужденном внешнем обтекании трубы и пучка труб. Теплообмен при движении теплоносителей в трубах и каналах. Первое начало термодинамики для течения в трубах. Местный и средний коэффициенты теплоотдачи. Теплообмен и сопротивление при ламинарном течении в трубе. Интеграл Лайона. Вязкостный и вязкостно-гравитационный режимы. Турбулентное движение в трубах. Формулы Михеева и Петухова. Теплоотдача при течении жидких металлов. Теплообмен сжимаемого газа. Теплообмен при сверхкритическом состоянии жидкостей. Интенсификация конвективного теплообмена при течении теплоносителя в трубах и каналах. Расчёт коэффициентов теплоотдачи при свободной конвекции. Теплоотдача при свободном движении жидкости около тел (пластина, труба), находящихся в неограниченном объёме жидкости. Свободная конвекция в ограниченном объёме (щели, зазоры). Теплообмен при фазовых превращениях. Теплообмен при конденсации пара. Плёночная и капельная конденсация. Теория Нуссельта. Поправочные коэффициенты к теории Нуссельта по Лабунцову (на волновое течение и переменность физических свойств конденсата). Турбулентное течение плёнки конденсата - расчёт коэффициента теплоотдачи (формула Лабунцова). Теория Нуссельта-Лабунцова для плёночной конденсации на горизонтальной трубе. Влияние скорости пара, состояния поверхности, влажности и перегрева пара, примесей воздуха в паре. Теплообмен при конденсации пара в

трубах. Теплообмен при кипении жидкостей. Кривая кипения. Пузырьковое и плёночное кипение. Критический радиус пузырька. Скорость роста пузырька. Отрывной диаметр пузырька. Частота отрыва пузырьков. Расчёт коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении в большом объёме. Критические тепловые нагрузки при кипении. Теплоотдача при плёночном кипении. Кипение в трубах. Режим течения парожидкостной смеси. Гидродинамика и теплообмен при кипении в трубах. Кризисы теплоотдачи первого и второго рода. Расчёт коэффициентов запаса до кризиса. Теплообмен излучением, сложный теплообмен. Физическая природа, понятия и законы теплового излучения. Интегральный и спектральные характеристики энергии излучения: поток, плотность потока и интенсивность излучения. Метод многократных отражений и метод полных потоков излучения. Классификация потоков излучения. Лучистый теплообмен между двумя безграничными пластинами, двумя концентрическими сферами и двумя коаксиальными цилиндрами. Угловые коэффициенты излучения. Теоретические основы современных зональных методов расчёта теплообмена излучением. Интегральные уравнения излучения. Основы методов расчёта теплообмена излучением от излучающей и поглощающей среды к поверхностям нагрева теплообменных устройств. Закон Бугера. Поглощательная способность и степень черноты среды (продуктов сгорания). Эффективная длина луча. Расчёт теплообмена в системе типа «газ в оболочке». Понятие о методах расчёта сложного теплообмена (радиационно-кондуктивного и радиационно-конвективного). Массообмен. Диффузия. Поток массы компонента. Вектор плотности потока массы смеси. Концентрационная диффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Термо- и бародиффузия. Массотдача, математическое описание и аналогия процессов массо- и теплообмена. Дифференциальные уравнения совместных процессов массо- и теплообмена. Диффузионный пограничный слой. Аналогия процессов массо- и теплообмена. Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля. Соотношения материального и энергетического баланса для межфазной границы. Случай полупроницаемой межфазной границы. Формула Стефана. Стефанов поток. Массо- и теплообмен при испарении в парогазовую среду. Адиабатное испарение. Массо- и теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси. Теплогидравлический расчёт теплообменных аппаратов. Классификация теплообменных аппаратов. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднелогарифмический температурный напор. Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов. Поинтервальный теплогидравлический расчёт. Понятие о расчёте смесительных теплообменников и о расчёте регенеративных теплообменных аппаратов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знает: термодинамические параметры и функции Умеет: строить процессы в различных координатах Имеет практический опыт: в определении относительной влажности воздуха и его удельной теплоемкости

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.12.01 Начертательная геометрия, 1.О.08.02 Математический анализ, 1.О.09 Физика, 1.О.12.02 Инженерная графика, 1.О.12.03 Компьютерная графика, 1.О.08.01 Алгебра и геометрия	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.12.03 Компьютерная графика	Знает: методы построения чертежей в компьютерных программах Умеет: использовать программные комплексы при построении объемных чертежей Имеет практический опыт: применения навыков компьютерного моделирования
1.О.09 Физика	Знает: основные законы и уравнения молекулярной физики Умеет: использовать физические параметры для решения прикладных задач Имеет практический опыт: в решении задач прикладного характера
1.О.08.01 Алгебра и геометрия	Знает: методы решения прикладных задач Умеет: преобразовывать алгебраические выражения Имеет практический опыт: применения алгебраических уравнений при решении конкретных прикладных задач
1.О.12.02 Инженерная графика	Знает: технику инженерной графики Умеет: оформлять чертежи согласно нормоконтролю Имеет практический опыт: в построении аксонометрических моделей
1.О.08.02 Математический анализ	Знает: способы проведения математического анализа Умеет: применять математический аппарат к конкретным задачам Имеет практический опыт: в решении задач математического анализа
1.О.12.01 Начертательная геометрия	Знает: способы геометрического изображения объемных фигур Умеет: изображать основные виды геометрических объектов Имеет практический опыт: в построении объемных геометрических фигур

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 14 з.е., 504 ч., 88 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах		
		Номер семестра		
		4	5	6
Общая трудоёмкость дисциплины	504	216	216	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	56	24	20	12
Лекции (Л)	24	10	10	4
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	20	8	8	4
Лабораторные работы (ЛР)	12	6	2	4
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	416	179,75	182,75	53,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0			
Контрольное мероприятие №6	13	0	13	0
Контрольное мероприятие №12	8	0	0	8
Контрольное мероприятие №14	8	0	0	8
дифзачет	174,5	95,75	78,75	0
Контрольное мероприятие №2	13	13	0	0
Контрольное мероприятие №3	13	13	0	0
Контрольное мероприятие №5	32	32	0	0
Контрольное мероприятие №11	8	0	0	8
Контрольное мероприятие №1	13	13	0	0
Контрольное мероприятие №8	13	0	13	0
Контрольное мероприятие №9	13	0	13	0
Контрольное мероприятие №4	13	13	0	0
Контрольное мероприятие №7	13	0	13	0
Контрольное мероприятие №15	8	0	0	8
Экзамен	13,5	0	0	13,5
Контрольное мероприятие №10 (Курсовая работа)	52	0	52	0
Контрольное мероприятие №13	8	0	0	8
Консультации и промежуточная аттестация	32	12,25	13,25	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	диф.зачет, КР	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Законы термодинамики	5	1	2	2
2	Реальные газы	5	1	2	2
3	Газовые циклы	6	1	3	2
4	Основы химической термодинамики	1	1	0	0
5	Обратимые газовые циклы	15	1	8	6
6	Теплоотдача	3	1	2	0
7	Теплообмен фазовых превращений	3	1	2	0
8	Теплообмен излучением	2	1	1	0
9	Массообмен	1	1	0	0
10	Расчет теплообменных аппаратов	1	1	0	0
11	Теория подобия	1	1	0	0

12	Сложный теплообмен	1	1	0	0
13	Теплообменные аппараты	1	1	0	0
14	Рекуперативные теплообменные аппараты	1	1	0	0
15	Расчет теплообменных аппаратов	1	1	0	0
16	Расчет коэффициента теплоотдачи альфа1	1	1	0	0
17	Расчет коэффициента теплоотдачи альфа2	1	1	0	0
18	Расчет коэффициента теплопередачи итерационным способом	1	1	0	0
19	Тепловой поверочный расчет рекуператора	2	2	0	0
20	Тепловой конструктивный расчет рекуператора	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Законы термодинамики	1
1	2	Реальные газы	1
2	3	Газовые циклы	1
2	4	Основы химической термодинамики	1
3	5	Обратимые газовые циклы	1
3	6	Теплоотдача	1
4	7	Теплообмен фазовых превращений	1
4	8	Теплообмен излучением	1
5	9	Массообмен	1
5	10	Расчет теплообменных аппаратов	1
6	11	Теория подобия	1
6	12	Сложный теплообмен	1
7	13	Теплообменные аппараты	1
7	14	Рекуперативные теплообменные аппараты	1
8	15	Расчет теплообменных аппаратов	1
8	16	Расчет коэффициента теплоотдачи альфа1	1
9	17	Расчет коэффициента теплоотдачи альфа2	1
9	18	Расчет коэффициента теплопередачи итерационным способом	1
10	19	Тепловой поверочный расчет рекуператора	2
11,12	20	Тепловой конструктивный расчет рекуператора	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Расчет процессов с идеальным газом	2
2	2	Реальные газы.	2
3	3	Газовые циклы.	2
9	3	Расчет цикла Карно	1
5,6,7	5	Расчет изменения энтропии в процессах	6
8	5	Расчет газового цикла	2
4	6	Теплоотдача	2
10	7	Теплоотдача при течении жидкости в трубе. Теплоотдача при обтекании	2

		пучков труб	
9	8	Лучистый теплообмен	1

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Определение изобарной теплоемкости воздуха при атмосферном давлении. Овладение методикой экспериментального определения теплофизических характеристик веществ. Выполнение работ на лабораторном стенде	2
2	2	Исследование процессов во влажном воздухе. Овладение методикой экспериментального определения теплофизических характеристик влажного воздуха. Выполнение работ на лабораторном стенде	2
3	3	Исследование процессов во влажном воздухе. Построение процесса в I-D диаграмме	2
4,5,6	5	Исследование процессов во влажном воздухе: определение влагосодержания, абсолютной и относительной влажности воздуха	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Контрольное мероприятие №6	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]	5	13
Контрольное мероприятие №12	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 121-260]	6	8
Контрольное мероприятие №14	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 121-260]	6	8
дифзачет	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]	5	78,75
Контрольное мероприятие №2	Рабинович, О. М. Сборник задач по технической термодинамике Текст для техникумов О. М. Рабинович. - 5-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1973. - 344 с. черт.; 1 отд. л. диагр. [страницы 2-230]	4	13
Контрольное мероприятие №3	Рабинович, О. М. Сборник задач по технической термодинамике Текст для техникумов О. М. Рабинович. - 5-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1973. - 344 с. черт.; 1 отд. л. диагр. [страницы 2-230]	4	13

Контрольное мероприятие №5	Рабинович, О. М. Сборник задач по технической термодинамике Текст для техникумов О. М. Рабинович. - 5-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1973. - 344 с. черт.; 1 отд. л. диагр. [страницы 2-230]	4	32
Контрольное мероприятие №11	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 121-260]	6	8
Контрольное мероприятие №1	Рабинович, О. М. Сборник задач по технической термодинамике Текст для техникумов О. М. Рабинович. - 5-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1973. - 344 с. черт.; 1 отд. л. диагр. [страницы 2-230]	4	13
Контрольное мероприятие №8	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]	5	13
Контрольное мероприятие №9	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]	5	13
Контрольное мероприятие №4	Рабинович, О. М. Сборник задач по технической термодинамике Текст для техникумов О. М. Рабинович. - 5-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1973. - 344 с. черт.; 1 отд. л. диагр. [страницы 2-230]	4	13
Контрольное мероприятие №7	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]	5	13
Контрольное мероприятие №15	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 121-260]	6	8
дифзачет	Рабинович, О. М. Сборник задач по технической термодинамике Текст для техникумов О. М. Рабинович. - 5-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1973. - 344 с. черт.; 1 отд. л. диагр. [страницы 2-230]	4	95,75
Экзамен	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 121-260]	6	13,5
Контрольное мероприятие №10 (Курсовая работа)	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]	5	52
Контрольное мероприятие №13	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд.,	6	8

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №1	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	дифференцированный зачет

						Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
2	4	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №2	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	дифференцированный зачет
3	4	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №3	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии	дифференцированный зачет

					изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.		
4	4	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №4	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15	дифференцированный зачет

					минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.		
5	4	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №5	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания	дифференцированный зачет

					результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
6	4	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет.	1	6 Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.	дифференцированный зачет

					Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
7	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №6	1	6 Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно- рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное	дифференцированный зачет

						количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
8	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №7	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	дифференцированный зачет
9	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №8	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого	дифференцированный зачет

					раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
10	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №9	1	6 Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут.	дифференцированный зачет

					При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
11	5	Курсовая работа/проект	Контрольное мероприятие №10 (Курсовая работа)	1	6 Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов	кур- совые работы

					учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
12	5	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	1	6 Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично	дифференцированный зачет

					правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.		
13	6	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №11	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов	экзамен

						– 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
14	6	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №12	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	экзамен
15	6	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №13	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела.	экзамен

					Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
16	6	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №14	1	6	экзамен

					результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.		
17	6	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №15	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной	экзамен

					деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
18	6	Промежуточная аттестация	Экзамен	1	6 Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ	экзамен

					соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Контрольные мероприятия промежуточной аттестации являются обязательными. Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые работы	Контрольные мероприятия промежуточной аттестации являются обязательными. Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %	В соответствии с п. 2.7 Положения
дифференцированный зачет	Контрольные мероприятия промежуточной аттестации являются обязательными. Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
экзамен	Контрольные мероприятия промежуточной аттестации являются обязательными. Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. Отлично: Величина	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %	
--	--	--

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ОПК-2	Знает: термодинамические параметры и функции	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-2	Умеет: строить процессы в различных координатах	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-2	Имеет практический опыт: в определении относительной влажности воздуха и его удельной теплоемкости	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Михеев, М. А. Основы теплопередачи Текст М. А. Михеев, И. М. Михеева. - 3-е изд., репр. - М.: БАСТЕТ, 2010. - 342, [1] с. ил., табл.
2. Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с. ил.
3. Исаченко, В. П. Теплопередача Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1981. - 417 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Александров, А. А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара Справ. - М.: МЭИ, 1999. - 158, [6] с. ил.
2. Кириллов, В. В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен Текст учебное пособие для самостоят. работы студентов В. В. Кириллов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетики ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 71, [1] с.
3. Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил.
4. Рабинович, О. М. Сборник задач по технической термодинамике Текст для техникумов О. М. Рабинович. - 5-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1973. - 344 с. черт.; 1 отд. л. диагр.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. "Электрические станции" производственно-технический журнал
2. "Теплоэнергетика" научно-технический журнал
3. "Энергетик" журнал
4. "Тепловые электрические станции. Теплоснабжение" журнал

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Кириллов В.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен. Текст учебное пособие для самостоят. работы студентов. В.В. Кириллов., ЮЖ.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика: ЮУрГУ.- Челябинск: издательство ЮУрГУ, 2008.- 71[1]с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Кириллов В.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен. Текст учебное пособие для самостоят. работы студентов. В.В. Кириллов., ЮЖ.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика: ЮУрГУ.- Челябинск: издательство ЮУрГУ, 2008.- 71[1]с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Энерго-и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере. Материалы научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. Челябинск. Изд-во ЮУрГУ. 2013-2016г.г. https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=48782

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	277-2 (1)	Специализированные лабораторные стенды: " Изучение процессов с влажным воздухом", " Кризис кипения", " Определение коэффициента теплопроводности изоляционного материала методом трубы", " Определение изобарной теплоемкости воздуха" макеты теплоэнергетического оборудования (теплообменные аппараты, насос)
Лекции	272а (1)	мультимедийный комплекс
Практические занятия и	272 (1)	стенды "Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ", макеты тепломассообменного оборудования: пластинчатый теплообменник,

семинары		вертикальный трубчатый теплообменный аппарат. Образец теплоэнергетического оборудования - тепловой насос.
----------	--	---