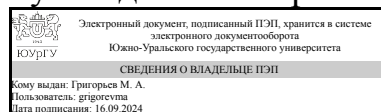


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



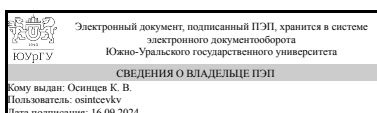
М. А. Григорьев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.29 Термодинамика и теплотехника
для направления 15.03.06 Мехатроника и робототехника
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Промышленная теплоэнергетика

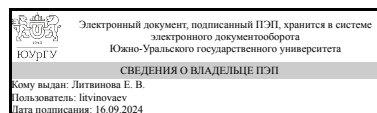
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.08.2020 № 1046

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



К. В. Осинцев

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



Е. В. Литвинова

1. Цели и задачи дисциплины

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

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 Польшауэна. 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-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Знает: Законы и методы термодинамики и теплопередачи при решении профессиональных задач, способы реализации основных данных законов при разработке и эксплуатации робототехнических систем. Умеет: Проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Реализации процессов в робототехнике с учетом минимальных тепловых затрат и выбора наиболее оптимальных условий их протекания.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.12 Математический анализ, 1.О.35 Практикум по виду профессиональной деятельности (Основы гидравлики), 1.О.11 Специальные главы математики, 1.О.13 Физика, 1.О.28 Сопротивление материалов, 1.О.19 Теоретическая механика, 1.О.10 Алгебра и геометрия, 1.О.20 Теоретические основы электротехники	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 Математический анализ	Знает: Основы дифференциального и интегрального исчисления функции одной и нескольких переменных, векторного и гармонического анализа, теории обыкновенных дифференциальных уравнений в объеме,

	достаточном для изучения естественнонаучных дисциплин на современном научном уровне. Умеет: Использовать математический аппарат при изучении естественнонаучных дисциплин; строить математические модели физических явлений, химических и технических процессов; анализировать результаты решения конкретных задач с целью построения более совершенных моделей; анализировать результаты эксперимента; применять методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач. Имеет практический опыт: Методов дифференцирования и интегрирования функций, применения основных аналитических и численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем.
1.О.35 Практикум по виду профессиональной деятельности (Основы гидравлики)	Знает: Терминологию, основные определения электронной техники; суть физических процессов, лежащих в основе принципа действия электронных полупроводниковых приборов; свойства различных полупроводниковых приборов и их характеристики; принципы создания моделей полупроводниковых приборов для решения задач профессиональной деятельности. Умеет: Выбирать элементы электронных схем для решения поставленной задачи; анализировать и описывать физические процессы, протекающие в полупроводниковых приборах; правильно интерпретировать экспериментальные данные с теоретическими положениями; подбирать литературные источники для решения задач по тематике данной учебной дисциплины; использовать компьютерную технику при оформлении отчетов лабораторных работ; моделировать принципиальные электронные схемы с помощью компьютерной техники. Имеет практический опыт: Экспериментального исследования характеристик и правильного выбора полупроводниковых приборов; способами управления электронными устройствами; основными методами организации самостоятельного обучения и самоконтроля; современными техническими средствами и информационными технологиями в профессиональной области; прикладными программами для решения инженерных задач электроники и моделирования электронных схем.
1.О.19 Теоретическая механика	Знает: Основные законы динамики материальных объектов. Умеет: Применять методы и законы механики, используя основные алгоритмы высшей математики и возможности современных информационных технологий при проектировании и изготовлении машиностроительной продукции. Имеет практический опыт: Владеть навыками решения

	инженерных задач и самостоятельного использования основных законов механики в профессиональной деятельности
1.О.11 Специальные главы математики	Знает: Основные понятия и утверждения векторного анализа, теории функции комплексного переменного, рядов, теории вероятностей. Умеет: Применять методы векторного анализа, теории функции комплексного переменного, теории рядов, операционного исчисления для понимания адекватной современному уровню знаний научной картины мира. Имеет практический опыт: Прикладного применения положений векторного анализа, теории функции комплексного переменного, теории рядов, операционного исчисления для применения в профессиональной деятельности на современном уровне знаний.
1.О.20 Теоретические основы электротехники	Знает: Методы экспериментального анализа линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока в стационарных и переходных режимах. Умеет: Формулировать задачи по экспериментальному исследованию электрических цепей, выбирать соответствующие методы расчёта и исследования, оформлять результаты, применять компьютерную технику для выполнения исследования электрических цепей. Имеет практический опыт: Лабораторных исследований, работы с основными электроизмерительными приборами, работы с компьютерной техникой и программами для электротехнических расчётов.
1.О.28 Сопротивление материалов	Знает: Методы механического и математического моделирования типовых элементов машин и конструкций; общие принципы и методы инженерных расчетов типовых элементов машин и конструкций на прочность; механические свойства конструкционных материалов. Умеет: Разрабатывать расчётные модели типовых элементов конструкций; выполнять расчёты на прочность типовых элементов, моделируемых с помощью стержня при простых видах нагружения. Имеет практический опыт: Решения практических задач расчёта на прочность типовых элементов машин и конструкций.
1.О.13 Физика	Знает: Фундаментальные разделы физики, Подходы и методы механики, физики колебаний и волн, термодинамики, классической и квантовой статистики, молекулярной физики, поведения веществ в электрическом и магнитном полях, волновой и квантовой оптики. методы и средства измерения физических величин; методы обработки экспериментальных данных Умеет: Использовать знания фундаментальных основ физики в обучении и профессиональной

	деятельности, в интегрировании имеющихся знаний, наращивании накопленных знаний Применять основные законы механики, термодинамики, молекулярно-кинетической теории, электродинамики, оптики, физики атома, ядра для решения возникающих задач. Уметь работать с измерительными приборами. Уметь выполнять физический эксперимент, обрабатывать результаты измерений, строить графики и проводить графический анализ опытных данных. Имеет практический опыт: Физического эксперимента и умения применять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности, проведения расчетов, как при решении задач, так и при научном эксперименте; оформления отчетов по результатам исследований; работы с измерительной аппаратурой, в том числе с цифровой измерительной техникой навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений; анализа полученных результатов, как решения задач, так эксперимента и измерений.
1.О.10 Алгебра и геометрия	Знает: Теоретические основы линейной алгебры и аналитической геометрии, комплексные числа. Умеет: Решать задачи и упражнения используя основные методы изученные в курсе линейной алгебры и аналитической геометрии; оперировать с комплексными числами. Имеет практический опыт: Приложения линейной алгебры и аналитической геометрии к естественнонаучным (физическим и техническим) задачам.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
Контрольное мероприятие №1	6	6
Контрольное мероприятие №2	6	6
Контрольное мероприятие №5	6	6

Контрольное мероприятие №4	6	6
Контрольное мероприятие №3	6	6
подготовка к дифференциальному зачету	5,75	5.75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы теплопередачи	8	4	4	0
2	Теплопроводность	8	4	4	0
3	Теплоотдача. Конвективный теплообмен	8	4	4	0
4	Теплообмен излучением. Тепловые потери тепловых и электротехнических устройств и агрегатов	8	4	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1,2	1	Основы теплопередачи	4
3,4	2	Теплопроводность	4
5,6	3	Теплоотдача. Конвективный теплообмен	4
7,8	4	Теплообмен излучением. Тепловые потери тепловых и электротехнических устройств и агрегатов	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1,2	1	Основы теплопередачи	4
3,4	2	Теплопроводность	4
5,6	3	Теплоотдача. Конвективный теплообмен	4
7,8	4	Теплообмен излучением. Тепловые потери тепловых и электротехнических устройств и агрегатов	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

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 №1	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд.,	4	6

	перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]		
Контрольное мероприятие №2	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]	4	6
Контрольное мероприятие №5	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]	4	6
Контрольное мероприятие №4	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]	4	6
Контрольное мероприятие №3	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]	4	6
подготовка к дифференциальному зачету	Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил. [страницы 2-120]	4	5,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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. Максимальное количество баллов – 6.	зачет

						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.	зачет
3	4	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №3	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.	зачет
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 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.	зачет
5	4	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №4	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела.	зачет

		контроль	мероприятие №5			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.	
6	4	Промежуточная аттестация	Зачет	-	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 соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
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

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ
-------------	---------------------	------

		1	2	3	4	5	6
ОПК-1	Знает: Законы и методы термодинамики и теплопередачи при решении профессиональных задач, способы реализации основных данных законов при разработке и эксплуатации робототехнических систем.	+	+	+	+	+	+
ОПК-1	Умеет: Проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач профессиональной деятельности.		+	+	+	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: Реализации процессов в робототехнике с учетом минимальных тепловых затрат и выбора наиболее оптимальных условий их протекания.					+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил.

б) дополнительная 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.

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

Не предусмотрены

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.- 71с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

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.- 71с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Журналы	eLIBRARY.RU	Энерго-и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере.Материалы научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых.Челябинск.Изд-во ЮУрГУ.2013-2020г.г. https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=48782

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(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
Лекции	272a (1)	мультимедийный комплекс
Практические занятия и семинары	272 (1)	стенды "Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ", макеты теплообменного оборудования: пластинчатый теплообменник, вертикальный трубчатый теплообменный аппарат. Образец теплоэнергетического оборудования - тепловой насос.