

Документ подписан простав в электронном виде
Информация: Виктор Викторович
ФИО: Кудашов Дмитрий Викторович
Должность: Директор Высунского филиала НИТУ «МИСиС»
Дата подписания: 15.12.2022 14:48:10
Уникальный программный ключ:
619b0f1717227aeccca9c00aabb4272de121f088

Рабочая программа утверждена
решением Учёного совета
ВФ НИТУ МИСиС
от «31» августа 2020г.
протокол № 1-20

Рабочая программа дисциплины (модуля) Теплофизика. Теплотехника

| | |
|-------------------------|---|
| Закреплена за кафедрой | Общепрофессиональных дисциплин |
| Направление подготовки | 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов |
| Профиль | Материаловедение и технологии новых материалов |
| Квалификация | Бакалавр |
| Форма обучения | очная |
| Общая трудоемкость | 6 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 216 Формы контроля в семестрах: |
| в том числе: | зачет с оценкой 5 семестр, 6 семестр |
| аудиторные занятия | 90 |
| самостоятельная работа | 113 |
| часов на контроль | 9 |

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 5 (3.1) | | 6 (3.2) | | Итого | |
|---|---------|-----|---------|----|-------|-----|
| | УП | РП | УП | РП | УП | РП |
| Неделя | 18 | | 18 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 36 | 36 | 18 | 18 | 54 | 54 |
| Практические | 18 | 18 | 18 | 18 | 36 | 36 |
| КСР | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| Итого ауд. | 54 | 54 | 36 | 36 | 90 | 90 |
| Контактная работа | 56 | 56 | 38 | 38 | 94 | 94 |
| Сам. работа | 79 | 79 | 34 | 34 | 113 | 113 |
| Часы на контроль | 9 | 9 | | | 9 | 9 |
| Итого | 144 | 144 | 72 | 72 | 216 | 216 |

Программу составил(и):

к.тн, Проф., Прибытков Иван Алексеевич; к.тн, Доц., Шатохин Константин Станиславович

Рабочая программа

Теплофизика. Теплотехника

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (уровень бакалавриата) (приказ от 02.12.2015 г. № 602 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, МиТМ-20.plx Материаловедение и технологии новых материалов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 27.02.2020, протокол № 5-20

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Общепрофессиональных дисциплин

Протокол от 26.06.2020 г., №10

Зав. кафедрой Уснунц-Кригер Т.Н

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

- | | |
|-----|---|
| 1.1 | Цель дисциплины – сформировать знания о тепловых процессах при производстве и обработке металлов; научить методам применения основных закономерностей этих процессов для анализа и расчета конструктивных и эксплуатационных параметров металлургических агрегатов, обеспечивающих высокое качество металлопродукции и энергосбережение при выполнении нормативов по защите окружающей среды. |
|-----|---|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|-------------------|------|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.Б |
|-------------------|------|

- | | |
|------------|---|
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Физика |
| 2.1.2 | Химия |
| 2.1.3 | Математика |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Научно-исследовательская работа |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-4.1: способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач

Знать:

ОПК-4.1-31 базовые понятия и закономерности раздела физики, объясняющего теплообменные процессы

ОПК-4.1-32 принципы составления теплового баланса металлургических печей

ОПК-4.1-33 конструкции и тепловую работу металлургических печей

ОПК-2.1: способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

Знать:

ОПК-2.1-31 основные закономерности процессов тепло- и массопереноса, механики жидкостей газов применительно к технологическим процессам в тепловых агрегатах черной и цветной металлургии

ОПК-2.1-32 закономерности протекания процессов генерации теплоты и её переноса в конкретных технологических агрегатах для получения и обработки различных металлов и сплавов

ОПК-4.1: способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач

Уметь:

ОПК-4.1-У1 рассчитывать приход тепловой энергии, составлять тепловой баланс

ОПК-4.1-У2 рассчитывать процессы горения топлива

ОПК-4.1-У3 рассчитывать тепловые балансы металлургических печей

ОПК-2.1: способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

Уметь:

ОПК-2.1-У1 рассчитывать и анализировать процессы внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения и элементах их конструкций

ОПК-4.1: способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач

Владеть:

ОПК-4.1-В1 методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении прикладных задач в области гидрогазодинамики и теплообмена

ОПК-2.1: способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

Владеть:

ОПК-2.1-В1 аналитическими и численными методами решения систем теплофизических уравнений

ОПК-2.1-В2 анализом тепловой работы печей для производства металлов и сплавов и обработки металлов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература и эл. ресурсы | Примечание |
|-------------|--|----------------|-------|--------------------|--------------------------------|------------|
| | Раздел 1. Гидрогазодинамика | | | | | |
| 1.1 | Основные понятия механики жидкостей и газов: сплошная среда, плотность, вектор скорости, идеальная и реальная жидкость. Формула Ньютона для касательного напряжения трения. Уравнение неразрывности. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 1.2 | Уравнение Эйлера и Навье-Стокса. Режимы течения реальной жидкости. Критерий Рейнольдса. Постановка задачи для расчета движения жидкости. Статика жидкостей и газов. /Лек/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 1.3 | Элементы теории гидродинамического пограничного слоя. Уравнения Прандтля. Уравнение потока импульса для пограничного слоя (Уравнение Кармана). /Лек/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 1.4 | Расчет ламинарного пограничного слоя на основе интегрального метода. Уравнение Бернулли для струйки тока идеальной жидкости и для потока реальной жидкости. Расчет потерь давления на трение и на местные сопротивления. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 1.5 | Особенности струйного течения. Изменение основных характеристик осесимметричной турбулентной струи (давления, потоков импульса и кинетической энергии, осевой скорости, объемного расхода) по ее длине. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 1.6 | Течение реальной жидкости по трубам и каналам. Потери на трение и местные сопротивления. /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 1.7 | Течение жидкости в ламинарном пограничном слое. /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 1.8 | Течение жидкости в турбулентном пограничном слое. /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 1.9 | Расчет процесса истечения газа из сопел. /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 1.10 | Исследование уравнения Бернулли /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 1.11 | Определение коэффициентов трения и местного сопротивления при движении воздуха в трубе /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 1.12 | Определение коэффициентов истечения из отверстий и насадков различной среды /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 1.13 | Исследование свободной затопленной и полуограниченной газовых струй /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 1.14 | Проработка лекционного материала, материала практических занятий. Выполнение домашнего задания №1 /Ср/ | 5 | 20 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| | Раздел 2. Конвекция | | | | | |

| | | | | | | |
|--|---|---|----|--------------------|------------------------|--|
| 2.1 | Основные положения переноса теплоты. Три вида теплообмена. Основные понятия конвективного теплопереноса, дифференциальное уравнение конвективной теплоотдачи. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 2.2 | Дифференциальное уравнение энергии Фурье-Кирхгофа и его решение. Тепловой пограничный слой, критерий Прандтля. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 2.3 | Тепловой пограничный слой и его расчет при ламинарном режиме течения жидкости. Уравнения конвективной теплоотдачи при вынужденном движении в безразмерном (критериальном) виде и особенности их использования при практических расчетах. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 2.4 | Конвективная теплоотдача при свободном движении. Уравнения конвективной теплоотдачи при свободном движении в безразмерном (критериальном) виде и особенности их использования при практических расчетах. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 2.5 | Применение методов теории подобия для приведения исходных уравнений к безразмерному виду. /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 2.6 | Теплоотдача и массоотдача при вынужденном продольном обтекании плоской поверхности. /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 2.7 | Определение коэффициентов теплоотдачи при вынужденном турбулентном движении жидкости в трубе /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 2.8 | Проработка лекционного материала, материала практических занятий. Выполнение домашнего задания №2 /Ср/ | 5 | 20 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| Раздел 3. Радиационный теплообмен | | | | | | |
| 3.1 | Основные понятия радиационного переноса теплоты. Количественные характеристики излучения. Законы излучения абсолютно черного тела. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 3.2 | Применение основных законов излучения абсолютно черного и серого тела к анализу и расчету радиационного теплообмена. Угловые коэффициенты излучения как показатели, учитывающие геометрию теплообменной системы. Свойства средних угловых коэффициентов излучения, их определение в простейших случаях. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 3.3 | Зональный метод расчета радиационного теплообмена. Смешанная и фундаментальная постановки задачи. Замкнутая система из 2 серых тел, разделенных диатермической средой. Действие экранной теплоизоляции. /Лек/ | 5 | 3 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 3.4 | Зональный метод расчета радиационного теплообмена: излучение через окна печи. Радиационный теплообмен в системе серых тел, заполненных поглощающе-излучающей средой. Закон Бугера. Эффективная длина луча, формула Невского /Лек/ | 5 | 3 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 3.5 | Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной средой. /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 3.6 | Теплообмен излучением в поглощающей среде. /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |

| | | | | | | |
|-----|--|---|----|--------------------|------------------------------|--|
| 3.7 | Излучение твердых тел /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 3.8 | Проработка лекционного материала, материала практических занятий. /Ср/ | 5 | 20 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| | Раздел 4. Теплопроводность | | | | | |
| 4.1 | Дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности и условия однозначности для его решения. Передача тепла при стационарной теплопроводности через одно- и многослойную плоскую стенку при граничных условиях первого и третьего рода. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 4.2 | Передача тепла при стационарной теплопроводности через цилиндрическую одно- и многослойную стенку при граничных условиях первого и третьего рода. Влияние наружного диаметра однородной цилиндрической стенки на ее суммарное линейное тепловое сопротивление. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 4.3 | Нестационарная теплопроводность при граничных условиях первого и третьего рода. Общее решение уравнения нестационарной теплопроводности и его использование для случая термически массивных тел. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 4.4 | Общее решение уравнения нестационарной теплопроводности и его использование для случая термически тонких тел. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 4.5 | Регулярный тепловой режим и экспериментальное определение теплофизических свойств веществ, коэффициента теплоотдачи. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3Л2.3 Э1 | |
| 4.6 | Теплопроводность и молекулярная диффузия при стационарном режиме. /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 4.7 | Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя (стационарный режим теплопроводности). /Пр/ | 5 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 4.8 | Нагрев твердых тел /Пр/ | 5 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| 4.9 | Проработка лекционного материала, материала практических занятий. /Ср/ | 5 | 19 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| | Контроль | 5 | 9 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.3 Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| | КСР | 5 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.3 Л2.2 Л2.3 Э1 | |
| | Раздел 5. Топливо и его горение. (Теплогенерация) | | | | | |
| 5.1 | Энергетическая сущность производственных процессов. Создание научных основ теплотехники и промышленного печестроения. Классификация топлива, показатели его качества. Кинетический и диффузионный режимы горения топлива. Расчёт калориметрической, теоретической и действительной температуры /Лек/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |

| | | | | | | |
|---|--|---|----|--------------------|-----------------------------|--|
| 5.2 | Конструкции и схемы выбора устройств для сжигания топлива. Тепловые эквиваленты сырьевых материалов шихты. Генерация теплоты за счёт электрической энергии. Классификация, физические и эксплуатационные свойства огнеупоров /Лек/ | 6 | 3 | ОПК-4.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 5.3 | Расчёт горения газообразного и жидкого топлива. Контрольная работа /Пр/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3Л2.1 Э2 | |
| 5.4 | Определение теплоты сгорания газообразного топлива. /Пр/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.2 Э2 | |
| 5.5 | Проработка лекционного материала, материала практических занятий. Выполнение домашнего задания №3 /Ср/ | 6 | 10 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| Раздел 6. Огнеупорные и строительные материалы печей | | | | | | |
| 6.1 | Принципы выбора материала огнеупорной кладки. Огнеупорные растворы, массы, бетоны. Выбор теплоизоляционных материалов. Строительные элементы печей: фундамент, кладка, каркас. /Лек/ | 6 | 3 | ОПК-4.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 6.2 | Тепловой расчёт многослойного ограждения печей при стационарном или нестационарном тепловом режиме. Контрольная работа /Пр/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 6.3 | Определение плотности и газопроницаемости огнеупорных материалов. /Пр/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 6.4 | Определение термостойкости и шлакоустойчивости огнеупорных материалов /Пр/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 6.5 | Проработка лекционного материала, материала практических занятий. /Ср/ | 6 | 12 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| Раздел 7. Конструкции и тепловая работа печей | | | | | | |
| 7.1 | Типовые режимы работы печей-теплообменников и печей-теплогенераторов. Основные показатели тепловой работы печей: температура, тепловой режим, коэффициенты полезного тепло- и топливоиспользования. Тепловой баланс печей и его использование для оценки эффективности работы печей. /Лек/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 7.2 | Шахтные печи. Особенности теплообмена в слое. Движение газов и шихты. Водяные эквиваленты кусковых материалов и газов. Типичное изменение температуры по высоте шахтной печи. Тепловые процессы в зоне фурм. Газогенераторный и топочный режимы работы шахтных печей цветной металлургии. Способы интенсификации тепловой работы шахтных печей. Конвертеры чёрной и цветной металлургии. Особенности конвертирования медных штейнов: периоды накопления и потребления теплоты. /Лек/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 7.3 | Способы интенсификации тепловой работы подовых сталеплавильных агрегатов. Отражательные печи для плавки на штейн. Конструкция, тепловой и температурный режимы. Внешняя и внутренняя задачи теплообмена в отражательной печи. Теплотехнические основы рациональной технологии нагрева металла перед обработкой давлением. /Лек/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |

| | | | | | | |
|------|---|---|----|--------------------|-----------------------------|--|
| 7.4 | Тепловая работа и конструкции методических печей толкательного типа и с шагающими балками (подом). Реализация скоростного конвективного нагрева металла. Характеристика основных печей для нагрева металла под термообработку. Конструкция печей для обжига сульфидных концентратов в кипящем слое. Основы аэродинамического расчёта кипящего слоя. /Лек/ | 6 | 1 | ОПК-4.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 7.5 | Тепловой и температурный режимы процесса обжига. Принципы работы и конструкции трубчатых вращающихся печей. Тепловой и температурный режимы нагрева сыпучих материалов. Электрические печи цветной металлургии. Методы использования вторичных энергоресурсов. Способы утилизации теплоты дыма. /Лек/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 7.6 | Конструкции и особенности тепловой работы регенераторов. Общая теория и расчёт рекуператоров. Способы очистки дымовых газов металлургического производства. /Лек/ | 6 | 1 | ОПК-4.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 7.7 | Расчёт теплового баланса рабочего пространства печи. /Пр/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 7.8 | Тепловой расчёт металлического прямотрубного рекуператора и определение его конструктивных характеристик /Пр/ | 6 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 7.9 | Расчёт конического сопла или сопла Лавала для сожигательных устройств. Контрольная работа /Пр/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 7.10 | Регулярный тепловой режим /Пр/ | 6 | 1 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 7.11 | Тепловой баланс электропечи сопротивления. /Пр/ | 6 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| 7.12 | Проработка лекционного материала, материала практических занятий. /Ср/ | 6 | 12 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |
| | КСР | 6 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-2.1 | Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2 | |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Приложение)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---|---|----------------------|-------------------|
| Л1.1 | Арутюнов В.А., Левицкий И.А., Шибалов С.Н., Капитанов В.А. | Теплофизика, теплотехника, теплообмен: Механика жидкостей и газов: Лабораторный практикум | Методические пособия | Москва, 2007 |
| Л1.2 | Арутюнов В.А., Капитанов В.А., Левицкий И.А., Шибалов С.Н. | Теплофизика, теплотехника, теплообмен: Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей: Лабораторный практикум | Методические пособия | Москва, 2007 |

| | | | | |
|------|---|--|---------------------|-------------------------|
| Л1.3 | Кривандин В.А., Арустамов В.А., Мастрюков Б.С. Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Мастрюков Б.С. | Металлургическая теплотехника .В 2томах.Т1. Теоретические основы: учебник | Электронный каталог | Москва Metallurgy, 1986 |
| Л1.4 | Кривандин В.А., Арустамов В.А., Мастрюков Б.С. Кривандин В.А., Неведормская И.Н., Кобахидзе В.В. | Металлургическая теплотехника .В 2томах.Т2. Конструкция и работа печей: учебник | Электронный каталог | Москва Metallurgy, 1986 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|--|----------------------|-------------------------|
| Л2.1 | Сборщиков. | Теплотехника. Расчет и конструирование элементов промышленных печей: Учебно-методическое пособие | Методические пособия | Москва, 2004 |
| Л2.2 | Тимофеева А.С., Федина В.В. | Справочник теплофизика-металлурга: учебное пособие | Электронный каталог | старый Оскол Роса, 2008 |
| Л2.3 | Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Белоусов В.В. Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Белоусов В.В. | Теплотехника металлургического производства. Т.1. Теоретические основы: учебное пособие | Электронный каталог | Москва МИСиС, 2002 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|----------------------------------|---|
| Э1 | Курс "Теплофизика" в LMS Canvas | https://lms.misis.ru |
| Э2 | Курс "Теплотехника" в LMS Canvas | https://lms.misis.ru |

6.3 Перечень лицензионного программного обеспечения

| | |
|-----|------------------------|
| П.1 | Windows |
| П.2 | Microsoft Office |
| П.3 | антивирусное ПО Dr.Web |
| П.4 | MS Teams |

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------|---------------------------|---|
| 4 | Теплофизика. Теплотехника | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций: доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций |
| 46 | Теплофизика. Теплотехника | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду: доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

На практических занятиях и при выполнении домашних занятий осваиваются как классические методы решения задач, так и с использованием пакетов прикладных программ. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций и практических занятий с широким привлечением мультимедийной техники, и современных пакетов прикладных программ.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Для успешного освоения дисциплины обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю.
3. Иметь доступ к компьютеру, подключенному к сети Интернет.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.