

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

**Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета**



Рабочая программа дисциплины
«Металлургическая теплотехника»

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Направленность образовательной программы
«Обработка металлов и сплавов давлением»
(набор 2025 года)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, очно-заочная

Электросталь 2025

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям обучающегося и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 22.03.02 Металлургия.

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 28.06.2020 №702;
- Образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия;
- учебным планом по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, профиль Обработка металлов и сплавов давлением.

Целью освоения дисциплины «Металлургическая теплотехника» является формирование у студентов знаний о природе и принципах расчета тепловых процессов металлургического и литейного производства, об устройстве нагревательных печей и рациональном использовании тепловой энергии в металлургии.

Задачи освоения дисциплины:

- изучить тепловые процессы при производстве и обработке металлов и применение закономерностей технической термодинамики, механики жидкостей и газов, тепло- и массообмена для их анализа и расчёта;
- топливо и его сжигание;
- огнеупорные и теплоизоляционные материалы;
- способы и устройства для использования вторичных энергоресурсов;
- экологические аспекты сжигания топлива и утилизации вторичных энергоресурсов;
- конструкции печей, используемых в основных переделах чёрной и цветной металлургии.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Металлургическая теплотехника» относится к части (Б1.2) основной образовательной программы бакалавриата направления подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Дисциплина «Металлургическая теплотехника» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками:

математика,
физика,
теплофизика,
информационные технологии,
физическая химия,
экология;
производственная практика.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
-----------------	---	---

ПК-2	способность определять и анализировать технологические процессы и оборудование прокатного производства	<u>Индикаторы достижения компетенций:</u> ИПК-2.1 анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принцип работы, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования, приборов и механизмов цеха по производству проката; ИПК-2.2 анализирует теорию и технологию термической обработки, травления, прокатки и резки проката; анализирует показатели работы технологических участков цеха при выполнении производственных заданий; принимает решения о внесении регламентируемых корректировок в технологических процессах участков цеха по производству проката; ИПК-2.3 анализирует изменения показателей процесса производства, контролирует качество проката на всех стадиях технологического процесса; <u>В том числе:</u> Знать: основные закономерности процессов тепло-массопереноса применительно к технологическим процессам; принципы основных технологических процессов производства черных и цветных металлов. Уметь: рассчитывать и анализировать процессы горения топлива и тепловыделения, внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения; выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы металлургических печей. Владеть: навыками расчета и проектирования металлургических печей различного технологического назначения.
------	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы.

Форма обучения	курс	семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Форма итогового контроля
			Всего час./ зач. ед	Аудиторных часов	Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
Очная	3	5	180/5	72	36	18	18	108	Экзамен
Очно-заочная	4	7	180/5	20	8	8	4	160	экзамен

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	
Аудиторные занятия (всего)	72	72	
В том числе:			
Лекции	36	36	-
Практические занятия	18	18	-
Лабораторные занятия	18	18	
Самостоятельная работа (всего)	108	108	-
В том числе:			
Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы, законодательства, практических ситуаций)	44	44	-
Подготовка к контрольной работе, тестированию	46	46	-
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	18	18	-
Общая трудоемкость час / зач. ед.	180/5	180/5	-

Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	
Аудиторные занятия (всего)	20	20	
В том числе:			
Лекции	8	8	-
Практические занятия	8	8	-
Лабораторные занятия	4	4	
Самостоятельная работа (всего)	160	160	-
В том числе:			
Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы, законодательства, практических ситуаций)	64	64	-
Подготовка к контрольной работе, тестированию	86	86	-
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	18	18	-
Общая трудоемкость час / зач. ед.	180/5	180/5	-

5. Содержание разделов дисциплины

5.1 Лекции

№ темы	№ лекции	Основное содержание
1	1-2	Основные понятия и законы технической термодинамики. Основные термодинамические процессы Круговые термодинамические процессы. Цикл Карно. Работа теплового двигателя и холодильной установки, компрессора Теоретические циклы двигателей внутреннего сгорания и газотурбинной установки Термодинамика водяного пара. Цикл паротурбинной установки
2	3-4	Топливо и его горение. Расчет горения топлива Теплогенерация за счет электрической энергии. Теплофизические основы преобразования электрической энергии в тепловую
3	5-6	Характеристики процесса нагрева металла и его протекание Режимы нагрева. Нагрев термически тонких и термически массивных тел Расчеты нагрева металла
4	7-8	Строительные элементы и механическое оборудование печей. Огнеупорные материалы. Классификация и свойства огнеупорных изделий. Изготовление огнеупоров. Теплоизоляционные материалы, используемые в печестроении. Строительные элементы печей.
5	9-15	Классификация, основные параметры и тепловой баланс печей Камерные печи с постоянной и переменной рабочей температурой. Конструкции. Режим работы Методические печи. Конструкции. Режимы работы. Расчет тепловой работы Термические печи. Общая характеристика. Конструкции. Режимы работы Сушильные печи. Сушка сыпучих материалов. Сушка изделий
5	16-18	Методы утилизации тепла уходящих дымовых газов. Рекуператоры и регенераторы Теплосиловые устройства металлургических предприятий. Очистка дымовых газов

5.2. Практические занятия

№ темы	№ п/з	Основное содержание
1	1	Расчеты политропного процесса. Определение используемой теплоты, работы, изменения внутренней энергии, теплоемкости рабочего тела Расчет многоступенчатого сжатия воздуха.
2	2	Расчеты горения жидкого и газообразного топлива. Работа устройств для их сжигания.
3	3	Расчеты регулярного теплового режима.
4-5	4-7	Расчеты размеров и теплового баланса сушильной, методической нагревательной печей.
6	8-9	Расчеты рекуператора и регенератора.

5.3. Лабораторные занятия

№ темы	№ л/р	Основное содержание
1	1-2	Определение коэффициента теплоемкости в зависимости от температуры
2	3-4	Исследование теплогенерации за счет электрической энергии
3	5-6	Исследование нагрева термически тонкого тела Исследование нагрева термически массивного тела
4-5	7-9	Определение теплового баланса электрической печи

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине представлен в Приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Литература
1.	Теплотехника/ под ред. Баскакова А.П.: Учебник для вузов. – М.: ООО «ИД» БАСТЕТ, 2010. – 328с.
2.	Зальцман Э.С., Андреев Э.И. Теплотехника. Лабораторный практикум. – Электросталь: ЭПИ НИТУ МИСиС. 2011. – 70с.
3.	Лахмаков В.С., Коротинский В.А. Основы теплотехники и гидравлики: Учебное пособие. – М.: РИПО, 2015. – 220с. https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=463631&sr=1

б) дополнительная литература

№ п/п	Литература
1.	Теплотехника металлургического производства. Т.1. / под ред. Кривандина В.А.– М.: МИСиС. 2002. – 608с.
2.	Теплотехника металлургического производства. Т.2. / под ред. Кривандина В.А. – М.: МИСиС.2002. – 736с.

в) программное обеспечение и электронные ресурсы:

Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616
Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License. Лицензия № 61984042

Microsoft Project 2013 Standart 32- bit/x64 Russian.

Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

1.	www.e.lanbook.com Электронно-библиотечная система «Лань»
2.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (https://biblioclub.ru)
3.	http://cyberleninka.ru /Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»
4.	Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте www.mami.ru в разделе «Библиотека Московского Политеха» (http://lib.mami.ru/ebooks/).
5.	Национальная электронная библиотека (http://нэб.рф)
6.	ЭБС «Юрайт» (www.urait.ru)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
34.	Металлургическая теплотехника	Учебная аудитория лекционного типа № 1501, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)
		Учебная аудитория для занятий-семинарского типа № 1507, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)
		Лаборатория «Теплотехника» № 2104, лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект стендов и приборов для исследования тепловых процессов
		Учебная аудитория курсового проектирования № 1304, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, проектор, экран, ксерокс.

9. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Металлургическая теплотехника» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

- подготовка, представление и обсуждение презентаций на практических занятиях;
- подготовка и проведение лабораторных работ.
- командная работа – постановка конкретных заданий и организация групповых обсуждений их решений.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

10.1. Методические указания для обучающихся при работе на семинаре

Методические указания по работе над конспектом лекций во время и после проведения лекции

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Методические указания к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

Методические указания по выполнению контрольной работы

Для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

Цель выполнения индивидуальной контрольной работы: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач по данному разделу дисциплины, проверка логического обоснования решения, умений применения теоретических знаний к решению задач.

Методические рекомендации для самостоятельной работы

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины и является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету/экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- выполнение расчетно-графической работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следу-

ющие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

10.2 Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументированно обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категориальный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

11. Особенности реализации дисциплины «Металлургическая теплотехника» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 «Металлургия».

Программа обсуждена на заседании кафедры ММТ 23.06.2025 протокол № 11.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Форма обучения
Очная, очно-заочная

Направленность образовательной программы
«Обработка металлов и сплавов давлением»

Виды профессиональной деятельности:
технологический;
организационно-управленческий;
проектный.

Кафедра: «Машиностроительные и металлургические технологии»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА»

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-2	способность определять и анализировать технологические процессы и оборудование прокатного производства

2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

2.1.Критерии оценки ответа на экзамене

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ПК-2 - способность определять и анализировать технологические процессы и оборудование прокатного производства				
Знать: основные закономерности процессов теплопередачи применительно к технологическим процессам; принципы основных технологических процессов производства черных и цветных металлов.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний основных закономерностей процессов теплопередачи применительно к технологическим процессам; принципов основных технологических процессов производства черных и цветных металлов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний основных закономерностей процессов теплопередачи применительно к технологическим процессам; принципов основных технологических процессов производства черных и цветных металлов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний основных закономерностей процессов теплопередачи применительно к технологическим процессам; принципов основных технологических процессов производства черных и цветных металлов. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие необходимых знаний основных закономерностей процессов теплопередачи применительно к технологическим процессам; принципов основных технологических процессов производства черных и цветных металлов. Свободно оперирует приобретенными знаниями.

Уметь: рассчитывать и анализировать процессы горения топлива и тепловыделения, внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения; выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы металлургических печей.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет рассчитывать и анализировать процессы горения топлива и тепловыделения, внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения, выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы металлургических печей.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений рассчитывать и анализировать процессы горения топлива и тепловыделения, внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения, выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы металлургических печей. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений рассчитывать и анализировать процессы горения топлива и тепловыделения, внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения, выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы металлургических печей. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений рассчитывать и анализировать процессы горения топлива и тепловыделения, внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения, выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы металлургических печей. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: навыками расчета и проектирования металлургических печей различного технологического назначения.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками расчета и проектирования металлургических печей различного технологического назначения.	Обучающийся владеет навыками расчета и проектирования металлургических печей различного технологического назначения. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по	Обучающийся частично владеет навыками расчета и проектирования металлургических печей различного технологического назначения. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, за	Обучающийся в полном объеме владеет навыками расчета и проектирования металлургических печей различного технологического назначения. Свободно применяет полученные

		ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	навыки в ситуациях повышенной сложности.
--	--	---	--	--

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситу-

	ации.
--	-------

3. Методические материалы (типовые контрольные задания), определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контрольные задания, применяемые в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, носят универсальный характер и предусматривают возможность комплексной оценки всего набора заявленных по данной дисциплине индикаторов сформированности компетенций.

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации

№	Вопросы
1	Работа против окружающей среды в закрытой системе
2	Теплоемкость веществ, виды теплоемкости
3	Измерение температуры и давления
4	Внутренняя энергия тела энтальпия.
5	Основные термодинамические процессы
6	Второй закон термодинамики. Изменение энтропии в неравновесных процессах
7	Уравнение первого закона термодинамики для потока
8	Термодинамический КПД циклов
9	Цикл ДВС с подводом теплоты при $v = \text{const}$
10	Принцип действия поршневого компрессора
11	Процесс парообразования при постоянном давлении
12	Состав и теплота сгорания топлива
13	Классификация топлива. Особенности сжигания твердых топлив
14	Устройство форсунок и топок для жидкого топлива
15	Расчет и основные параметры топочных устройств
16	Понятие о термических напряжениях
17	Понятие о термически тонких и термически массивных телах
18	Основные показатели нагрева тел
19	Режимы нагрева металла
20	Классификация огнеупоров
21	Классификация теплоизоляционных материалов
22	Основные показатели тепловой работы печей
23	Нагревательные печи. Классификация, основные параметры
24	Камерные и методические печи, режимы работы, параметры
25	Понятие о вторичных энергоресурсах. Способы использования тепла уходящих газов
26	Классификация теплообменных аппаратов, конструктивные и поверочные расчеты
27	Принцип работы рекуператора
28	Работа регенератора
29	Работа котла-утилизатора
30	Сушильные печи. Классификация. Основные параметры.

Текущий контроль

Устный опрос

№	Текст материалов для устного опроса
1.	Основные термодинамические параметры

2.	Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа
3.	Термодинамические диаграммы
4.	Первый закон термодинамики
5.	Основные термодинамические процессы
6.	Второй закон термодинамики
7.	Круговые процессы
8.	Термодинамический коэффициент полезного действия
9.	Цикл Карно. Коэффициент полезного действия цикла
10.	Теоретический цикл двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном удельном объеме
11.	Теоретический цикл двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном давлении
12.	Теоретический цикл поршневого компрессора
13.	Многоступенчатое сжатие
14.	Теоретический цикл газотурбинной установки
15.	Парообразование при постоянном давлении
16.	Цикл паротурбинной установки
17.	Общая характеристика, классификация и состав топлива
18.	Теплота сгорания, формула Менделеева
19.	Расчет горения топлива
20.	Цели и основные характеристики нагрева металла
21.	Режимы нагрева металла
22.	Термически тонкие и термически массивные тела. Число Био.
23.	Огнеупорные материалы и специфика их производства
24.	Классификация огнеупорных материалов.
25.	Теплоизоляционные материалы и их применение в кладке печей
26.	Классификация печей металлургического производства
27.	Основные показатели работы печей
28.	Структура теплового баланса печи
29.	Назначение и особенности методических печей
30.	Термические печи. Назначение, режимы работы
31.	Сушильные печи. Назначение, режимы работы
32.	Теплотехнические основы утилизации тепла дымовых газов
33.	Регенеративные устройства и принцип их работы.
34.	Металлические рекуператоры
35.	Схемы движения теплоносителей в рекуперативных устройствах

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу, но затрудняется в ответах на некоторые вопросы; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, но не в полной мере отражает суть рассматриваемой проблемы, в основном умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если показаны недостаточные знания теоретического материала, основных понятий излагаемой темы, не всегда с правильным и необходимым применением специальных терминов, понятий и категорий; анализ практического материала был нечёткий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно».

Тематика курсовой работы

№ темы	Общая тема
1	Расчет теплового баланса электрической печи

Критерии оценки курсовой работы

Отлично	- содержание курсовой работы соответствует теме и варианту; - работа выполнена самостоятельно, имеет творческий характер; - представлены необходимые расчеты без арифметических ошибок, - материал изложен грамотно и последовательно; - имеются соответствующие выводы и обоснованные предложения; - использована основная и периодическая литература. - работа оформлена в соответствии с требованиями к оформлению курсовых работ.
Хорошо	- содержание курсовой работы соответствует теме и варианту; - работа выполнена самостоятельно; - представлены необходимые расчеты с незначительными арифметическими ошибками (до 5% от общего количества расчетов) - материал изложен грамотно и последовательно; - имеются соответствующие выводы и обоснованные предложения; - использована основная и периодическая литература. - работа оформлена в соответствии с требованиями к оформлению курсовых работ - тема работы раскрыта.
Удовлетворительно	- содержание курсовой работы соответствует теме и варианту; - работа выполнена самостоятельно; - представленные расчеты имеют арифметические ошибки (но не более 10% от общего количества расчетов); - материал изложен непоследовательно; - слабо продемонстрированы аналитические способности и навыки работы с литературными источниками; - требованиями к оформлению курсовых работ не соблюдены; - тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер.
Неудовлетворительно	- содержание курсовой работы не соответствует теме или варианту; - работа выполнена несамостоятельно; - представленные расчеты имеют арифметические ошибки (более 10% от общего количества расчетов); - материал изложен непоследовательно; - слабо продемонстрированы аналитические способности и навыки

	ки работы с литературными источниками; - требования к оформлению курсовых работ нарушены; - тема работы не раскрыта; - выводы не обоснованы.
--	---

Примеры задач для контрольной работы

1. 3 м^3 воздуха при начальном давлении $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ расширяются до трехкратного объема и давления 10^5 Па . Считая процесс политропным, вычислить показатель степени политропы.
2. Перегретый пар расширяется в турбине по адиабате от начального давления 8 МПа и температуры 500°C до $p_2 = 10 \text{ кПа}$. Определить конечное состояние пара, изменение внутренней энергии и работу расширения.
3. Компрессор сжимает $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха при температуре $T_1 = 27^\circ \text{C}$ от давления $p_1 = 0,098$ до $p_2 = 0,8 \text{ МПа}$. Определить мощность, необходимую для привода идеального (без потерь) компрессора, считая сжатие политропным с показателем степени $n = 1,2$.
4. Почему вырабатываемая газовой турбиной мощность превышает мощность, затрачиваемую на привод компрессора, если массовый расход через нее рабочего тела и перепады давления практически одинаковы?
5. Имеет ли смысл поставить холодильник, чтобы турбинной, и тем самым повысить к.п.д. цикла?
6. Определить минимально необходимую степень сжатия в ДВС, чтобы топливо, впрыскиваемое в конце хода сжатия, воспламенилось? Температура воспламенения топлива 960 К , температура воздуха перед сжатием 300 К , сжатие считается адиабатным. Каково будет давление в конце сжатия, если начальное давление составляет 92 кПа ?
7. Определить работу расширения, полученную в цилиндре ДВС в результате сгорания 2 г бензина, если продукты сгорания расширяются по политропе $n = 1,27$ от 3 до $0,3 \text{ МПа}$ при начальной температуре 2100°C . Состав продуктов сгорания (по массе), приходящийся на 1 кг бензина: $\text{CO}_2 = 3,135 \text{ кг}$, $\text{H}_2 = 1,305 \text{ кг}$, $\text{N}_2 = 12,61 \text{ кг}$; $\text{O}_2 = 0,31 \text{ кг}$.
8. Объясните назначение дымовой трубы.
9. Можно ли с помощью рекуперативного теплообменника осуществить регенерацию теплоты или для этого пригоден только регенеративный теплообменник?
10. Как изменится теплота сгорания топлива с увеличением содержания в нем кислорода и почему?
11. Во сколько раз уменьшатся теплопотери через стенку здания, если между двумя слоями кирпичей толщиной до 250 мм установить прокладку теплопласта толщиной 50 мм .

$$\lambda_{\text{кирп.}} = 0,3 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}, \lambda_{\text{пен.}} = 0,05 \text{ Вт/м}\cdot\text{К} ?$$

Критерии оценки контрольной работы

Оценка	Критерий оценки
Отлично	полное, правильное выполнение заданий с отдельными недочётами; выполнение от 90% и более.
Хорошо	правильное выполнение заданий с незначительным количеством ошибок; выполнение более 75% менее 90 %.
Удовлетворительно	выполнение основной части заданий с ошибкам; выполнение более 50% менее 75 %.
Неудовлетворительно	частичное выполнение заданий (менее половины); допущение

	значительного количества ошибок; выполнение менее 50%.
--	--