

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова  
Многопрофильный колледж



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОП.06. ТЕПЛОТЕХНИКА**

**«профессиональный цикл»**

**программы подготовки специалистов среднего звена  
специальности 22.02.05 Обработка металлов давлением  
(базовой подготовки)**

**Форма обучения**


**очная**

**Магнитогорск, 2019**

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 22.02.05 Обработка металлов давлением, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «21» апреля 2014г, № 359

**Организация-разработчик:** Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО  
«Магнитогорский государственный технический  
университет им.Г.И. Носова»

*Разработчик:*

Преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»  Оксана Александровна Миронова

**ОДОБРЕНО:**

Предметно-цикловой комиссией

«Обработки металлов давлением»

Председатель  О.В. Шелковникова

Протокол №6 от «20» февраля 2019 г.

Методической комиссией МпК

Протокол №5 от № «21» февраля 2019г.

**Рецензент:**

Государственное автономное профессиональное  
Образовательное учреждение Челябинской области

«Политехнический колледж»

Руководитель МЦК «Технологии материалов»



/И.М. Курлова

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	13
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	23
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	26
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	36
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	38
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	39
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ	51

# **1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕПЛОТЕХНИКА»**

## **1.1 Область применения программы**

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехника» является частью программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.05 Обработка металлов давлением. Рабочая программа составлена для очной формы обучения.

## **1.2 Место дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена**

Учебная дисциплина «Теплотехника» относится к общеобразовательной дисциплине профессионального цикла.

Освоению учебной дисциплины предшествует изучение учебных дисциплин математика, физика, химия.

Дисциплина «Теплотехника» является предшествующей для изучения следующих учебных дисциплин, профессиональных модулей:

- ПМ 01 Планирование и организация работы цеха обработки металлов давлением
- ПМ 02 Оборудование цехов обработки металлов давлением, наладка и контроль за его работой;
- ПМ 03 Подготовка и ведение технологического процесса обработки металлов давлением;
- ПМ 04 Контроль за соблюдением технологии производства и качеством выпускаемой продукции
- ПМ 05 Обеспечение промышленной и экологической безопасности

## **1.3 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:**

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению следующими общими и профессиональными компетенциями:

ПК 1.1 Планировать производство и организацию технологического процесса в цехе обработки металлов давлением.

ПК 1.2 Планировать грузопотоки продукции по участкам цеха.

ПК1.3 Координировать производственную деятельность участков цеха с использованием программного обеспечения коммуникационных средств.

ПК 1.4 Организовать работу коллектива исполнителей.

ПК 1.5. Использовать программное обеспечение по учету и складированию выпускаемой продукции .

ПК 1.6 Рассчитывать и анализировать показатели эффективности работы участка, цеха.

ПК 1.7 оформлять техническую документацию на выпускаемую продукции.

ПК 1.8 Составлять рекламации на получаемые исходные материалы.

ПК 2.1 Выбирать соответствующее оборудование, оснастку и средства механизации для ведения технологического процесса;

ПК 2.2 Проверять исправность и оформлять техническую документацию на технологическое оборудование;

ПК 2.3 Производить настройку и профилактику технологического оборудования;

ПК 2.4 Выбирать производственные мощности и топливно-энергетические ресурсы для ведения технологического процесса;

ПК 2.5 Эксплуатировать технологическое оборудование в плановом и аварийном режимах;

ПК 2.6 Производить расчеты энергосиловых параметров оборудования;

ПК 3.1 Проверять правильность назначения технологического режима обработки металлов давлением.

ПК 3.2 Осуществлять технологические процессы в плановом и аварийном режимах.

ПК 3.3 Выбирать виды термической обработки для улучшения свойств и качества выпускаемой продукции.

ПК 3.4 Рассчитывать показатели и коэффициенты деформации обработки металлов давлением.

ПК 3.5 Рассчитывать калибровку рабочего инструмента и формоизменение выпускаемой продукции.

ПК 3.6 Производить смену сортамента выпускаемой продукции.

ПК 3.7 Осуществлять технологический процесс в плановом режиме, в том числе используя программное обеспечение, компьютерные и телекоммуникационные средства.

ПК 3.8 Оформлять техническую документацию технологического процесса.

ПК 3.9 Применять типовые методики расчета параметров обработки металлов давлением

ПК 4.1 Выбирать методы контроля, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции.

ПК 4.2 Регистрировать и анализировать показатели автоматической системы управления технологическим процессом.

ПК 4.3 Оценивать качество выпускаемой продукции.

ПК 4.4 Предупреждать появление, обнаруживать и устранять возможные дефекты выпускаемой продукции.

ПК 4.5 Оформлять техническую документацию при отделке и контроле выпускаемой продукции.

ПК 5.1 Организовывать и проводить мероприятия по защите работников от негативного воздействия производственной среды.

ПК 5.2 Проводить анализ травмоопасных и вредных факторов на участках цехов обработки металлов давлением.

ПК 5.3 Создавать условия для безопасной работы.

ПК 5.4 Оценивать последствия технологических чрезвычайных ситуаций и стихийных явлений на безопасность работающих.

ПК 5.5 Оказывать первую медицинскую помощь пострадавшим

ОК 1 Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2 Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3 Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4 Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5 Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6 Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7 Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9 Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

<i><b>Код ПК/ОК</b></i>	<i><b>Умения</b></i>	<i><b>Знания</b></i>
ПК 1.1	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах
ПК 1.2	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
ПК 1.3	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных)	33. устройства и принципы действия металлургических печей;
ПК 1.4	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики;
ПК 1.5	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах

ПК 1.6	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
ПК 1.7	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
ПК 1.8	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
ПК 2.1	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
ПК 2.2	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 32. назначение и свойства огнеупорных материалов;
ПК 2.3	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	33. устройства и принципы действия металлургических печей 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения;
ПК 2.4	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	33. устройства и принципы действия металлургических печей 34. топливо металлургических печей и

		методику расчетов горения;
ПК 2.5	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
ПК 2.6	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения
ПК 3.1	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
ПК 3.2	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	33. устройства и принципы действия металлургических печей 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
ПК 3.3	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 32. назначение и свойства огнеупорных материалов;
ПК 3.4	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения
ПК 3.5	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения



ПК 3.6	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
ПК 3.7	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	33. устройства и принципы действия металлургических печей 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
ПК 3.8	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
ПК 3.9	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения
ПК 4.1	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	33. устройства и принципы действия металлургических печей 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
ПК 4.3	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
ПК 4.4	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	33. устройства и принципы действия металлургических печей 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
ПК 4.5	У1. производить расчеты	31. основные положения

	процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
ПК 5.1	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	33. устройства и принципы действия металлургических печей 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
ПК 5.2	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
ПК 5.3	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных)	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
ПК 5.4	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики
ПК 5.5	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	33. устройства и принципы действия металлургических печей
ОК 1	У01.1. оценивать социальную значимость своей будущей профессии для развития экономики и среды жизнедеятельности граждан российского государства; У01.3. оценивать свои способности и возможности в профессиональной деятельности;	301.1. сущность и значимость профессиональной деятельности по специальности для развития экономики и среды жизнедеятельности граждан российского государства ; 301.3. типичные и особенные требования работодателя к работнику (в соответствии с будущей

		профессией), особенности процедуры собеседования при трудоустройстве;
ОК 2	У02.2. определять этапы решения профессиональной задачи, составлять и реализовывать план действия по достижению результата; У02.3. оценивать результаты решения задач профессиональной деятельности	302.1. алгоритмы выбора типовых методов и способов выполнения профессиональных задач; 302.3. порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
ОК 3	У03.3. оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника); У03.1. принимать решения в стандартной профессиональной ситуации и определять необходимые ресурсы;	303.2. алгоритмы принятия решения в профессиональных нестандартных ситуациях;
ОК 4	У04.1. определять необходимые источники информации; У04.2. выделять наиболее значимое в изучаемом материале и структурировать получаемую информацию; У04.3. оформлять результаты поиска информации	304.2. приемы структурирования информации; 304.3. формат оформления результатов поиска информации
ОК 5	У05.3. проявлять культуру информационной безопасности;	
ОК 6	У06.1. работать в коллективе и команде; У06.3. проявлять толерантность в профессиональной деятельности;	306.1. основные принципы работы в коллективе; 306.3. способы разрешения конфликтов в профессиональной деятельности;
ОК 7	У07.2. выбирать оптимальные способы, приемы и методы решения профессиональных задач коллективом исполнителей;	307.1. алгоритмы и принципы работы в команде; 307.5. способы улучшения достигнутых результатов;
ОК 8	У08.3. осознанно планировать повышение квалификации; У08.2. определять и выстраивать траектории профессионального	308.1. пути становления специалиста и развития личности; 308.3. круг

	развития и самообразования; У08.3. осознанно планировать повышение квалификации	профессиональных задач, профессионального и личностного развития;
ОК 9	У09.1. находить и анализировать информацию в области инноваций в профессиональной деятельности; У09.2. планировать собственные действия в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности У09.3. владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;	309.1. возможные направления развития профессиональной отрасли; 309.3. методы работы в профессиональной и смежных сферах;

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов</b>
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<i>104</i>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<i>69</i>
в том числе:	
лекции, уроки	<i>46</i>
практические занятия	<i>23</i>
лабораторные занятия	<i>Не предусмотрено</i>
курсовая работа (проект)	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<i>35</i>
Форма промежуточной аттестации - <i>комплексный экзамен</i>	

## 2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины «Теплотехника»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций/осваиваемых элементов компетенций
1	2	3	4
<b>Раздел 1. Топливо металлургических печей</b>		<b>12</b>	<b>ОК/ПК</b>
<b>Тема 1.1. Общая характеристика топлива</b>	Содержание учебного материала	4	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах
	Виды топлива. Характеристика топлива (классификация, химический состав, теплота сгорания)		
<b>Тема 1.2. Теория горения различных видов топлива в печах</b>	Содержание учебного материала	6	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 34. топливо металлургических печей и методику
	Процессы горения газообразного, жидкого и твердого топлива. Способы расчета горения топлива.		
	Практические занятия	4	
	Расчет горения топлива		

			расчетов горения 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
<b>Тема 1.3 Устройства для сжигания топлива</b>	Содержание учебного материала	2	
	Конструкции и область применения топливосжигающих устройств. Конструкции горелок, область их применения. Устройства для сжигания жидкого топлива (форсунки низкого и высокого давления).		У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
<b>Раздел 2. Основы механики печных газов</b>		<b>26</b>	<b>ОК/ПК</b>
<b>Тема 2.1. Статика газов</b>	Содержание учебного материала	2	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);
	Свойства жидкостей и газов, газовые законы физики. Основное уравнение статики жидкостей и газов. Статический и геометрический напоры		

			31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
<b>Тема 2.2</b> <b>Динамика газов</b>	Содержание учебного материала	24	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
	Законы движения газов в печах. Уравнение Бернулли		
	Практические занятия	4	
	Расчет высоты дымовой трубы	18	
Самостоятельная работа			
<b>Раздел 3. Основы теплопередачи</b>		<b>10</b>	<b>ОК/ПК</b>
<b>Раздел 3.1</b>	Содержание учебного материала	6	У1. производить



<b>Теплопроводность</b>	Принцип распределения температуры в стенах при стационарной теплопроводности.		расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
	Практические занятия	4	
	Расчет теплового потока и распределение температур в стенках печи		
<b>Тема 3.2 Теплообмен</b>	Содержание учебного материала	4	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов
	Виды конвективного теплообмена		
	Практические занятия	2	
	Расчет коэффициента теплопроводности металла		

			тепломассообмена в металлургических печах
<b>Раздел 4. Нагрев металла и рациональные режимы нагрева</b>		<b>26</b>	<b>ОК/ПК</b>
<b>Тема 4.1 Дефекты нагрева металла</b>	Содержание учебного материала	21	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
	Процессы, протекающие на поверхности металла при нагревании и внутри нагреваемого металла. Методы расчета нагрева металла.		
	Практические занятия	2	
	Определение режимов нагрева тонких и массивных тел		
	Самостоятельная работа	17	
<b>Тема 4.2 Основы рациональной технологии нагрева металла</b>	Содержание учебного материала	5	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и
	Режимы нагрева металла и факторы, обеспечивающие рациональную технологию нагрева.		
	Практические занятия	3	
	Расчет времени нагрева металла в металлургической печи		

			принципы действия металлургических печей 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах
<b>Раздел 5. Материалы для сооружения печей и конструкции строительных элементов печей</b>		<b>4</b>	
<b>Тема 5.1 Огнеупорные, теплоизоляционные и другие строительные материалы, применяемые при сооружении печей</b>	Содержание учебного материала	2	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 32. назначение и свойства огнеупорных материалов; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
	Виды, свойства и область применения материалов для сооружения металлургических печей.		
<b>Тема 5.2 Кладка печей и строительные элементы для сооружения печей.</b>	Содержание учебного материала	2	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 32. назначение и
	Категории и методы кладки, устройство основных строительных элементов нагревательных печей.		

			свойства огнеупорных материалов; 33. устройства и принципы действия металлургических печей
<b>Раздел 6. Устройства для утилизации тепла в печах</b>		<b>8</b>	<b>ОК/ПК</b>
<b>Тема 6.1 Теплотехнические основы утилизации тепла отходящих дымовых газов. Устройства для утилизации тепла в печах</b>	Содержание учебного материала	6	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах
	Методы утилизации тепла. Общая характеристика теплообмена в рекуператорах, регенераторах и котлах-утилизаторах.		
	Практические занятия	4	
	Расчет теплообменника		
<b>Тема 6.2 Охлаждение печей и очистка дымовых газов</b>	Содержание учебного материала	2	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических
	Сущность охлаждения печей. Способы очистки газов		

			печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах
<b>Раздел 7. Конструкции печей для производства черных металлов, печей для нагрева и термообработки сплавов</b>		<b>18</b>	<b>ПК/ОК</b>
<b>Тема 7.1 Классификация и общая характеристика тепловой работы печей</b>	Содержание учебного материала	4	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических
	Классификация металлургических печей Теплотехнические характеристики работы печей		

			печей 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
<b>Тема 7.2 Металлургические печи и конвертеры</b>	Содержание учебного материала	14	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
	Устройство и принцип действия доменной печи, тепло- и массообмен в ней. Показатели работы доменной печи Теплотехника сталеплавильных процессов Кислородные конвертеры Печи для нагрева слитков. Печи для нагрева блюмов и слябов. Печи для термической обработки сортового проката Печи для термической обработки горячекатаных листов. Печи для термической обработки холоднокатаных листов и ленты		
<b>Всего (максимальная учебная нагрузка):</b>		<b>104</b>	

### 3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения и оснащение:

Тип и наименование специального помещения	Оснащение специального помещения
кабинет Теплотехники	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Учебно-методическая документация, дидактические средства
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

#### 3.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение реализации программы Основные источники:

1. Кудинов, В. А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - Москва: КУРС, Инфра-М, 2015. - Режим доступа: <https://new.znanium.com/read?id=169108>. – Загл. с экрана

2. Семенов, Ю. П. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебник / Ю. П. Семенов, А. Б. Левин. - 2 изд. - Москва: Инфра-М, 2015. - 400 с. - [Режим доступа: https://new.znanium.com/read?id=117940](https://new.znanium.com/read?id=117940). – Загл. с экрана.

#### Дополнительные источники:

1. Дубровская, Е. Ю. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Ю. Дубровская ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL:<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=14.pdf&show=dcatalogues/1/1123808/14.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

2. Свечникова, Н. Ю. Практикум по технической термодинамике и теплотехнике [Электронный ресурс] : практикум / Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, А. В. Горохов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

3. Тинькова, С. М. Теплофизика и металлургическая теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. М. Тинькова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. - 168 с. - [Режим доступа: https://new.znanium.com/read?id=342142](https://new.znanium.com/read?id=342142). – Загл. с экрана.

#### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ Договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 (подписка Imagine Premium)	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
	Д-593-16 от 20.05.2016	20.05.2017
	Д-1421-15 от 13.07.2015	13.07.2016
MS Office 2007	№135 от 17.09.2017	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-300-18 от 21.03.2018	28.01.2020
	Д-1347-17 от 20.12.2017	21.03.2018
	Д-1481-16 от 25.11.2016	25.12.2017

	Д-2026-15 от 11.12.2015	11.12.2016
7 Zip	свободно распространяемое	бессрочно

### Интернет – ресурсы:

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://www.gpntb.ru/>

### 3.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по учебной дисциплине, проходит как в письменной, так и устной или смешанной форме, с представлением изделия или продукта самостоятельной деятельности.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы используются: проверка выполненной работы преподавателем, семинарские занятия, тестирование, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и др.

№	Наименование раздела/темы	Оценочные средства (задания) для самостоятельной внеаудиторной работы
1	Раздел 2. Основы механики печных газов Тема 2.2 Динамика газов	Текст задания- ответить на вопросы теста Цель: с помощью краткого испытания оценить степень качества усвоения темы «Динамика газов» Рекомендации по выполнению задания: -внимательно изучить структуру теста, увидеть какого типа задания в нем содержатся; -начинать отвечать на те вопросы, в правильности которых нет сомнения; - внимательно читать задание; -если не знаете ответа на вопрос, то следует отменить его, а потом вернуться; - на вопрос в тесте может быть только один вариант ответа из предложенных; - перед тестированием следует понять логику изложенного материала, поэтому необходимо проработать конспект лекций по теме «Динамика газов». Критерии оценки: фонд тестовых заданий
2	Раздел 3. Основы теплопередачи Тема 3.2 Теплообмен	Текст задания- ответить на вопросы теста Цель: с помощью краткого испытания оценить степень качества усвоения темы «Теплообмен» Рекомендации по выполнению задания: -внимательно изучить структуру теста, увидеть какого типа задания в нем содержатся; -начинать отвечать на те вопросы, в правильности которых нет сомнения; - внимательно читать задание; -если не знаете ответа на вопрос, то следует отменить его, а потом вернуться; - на вопрос в тесте может быть только один вариант ответа из



		предложенных; - перед тестированием следует понять логику изложенного материала, поэтому необходимо проработать конспект лекций по теме «Теплообмен». Критерии оценки: фонд тестовых заданий
3	Раздел 4. Нагрев металла и рациональные режимы нагрева Тема 4.1 Дефекты нагрева металла	Текст задания: написать эссе на тему «Энергосберегающие технологии при нагреве металла в прокатных цехах» Цель: 1) научиться письменно излагать суть поставленной проблемы, 2) самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, 3) делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме Рекомендации по выполнению задания: 1) написать вступление (2–3 предложения, которые служат для последующей формулировки проблемы); 2) сформулировать проблему; 3) дать комментарии к проблеме; 4) сформулировать авторское мнение и привести аргументацию; 5) написать заключение. Критерии оценки: тематика эссе
	Раздел 7. Конструкции печей для производства черных металлов, печей для нагрева и термообработки сплавов Тема 7.1 Классификация и общая характеристика тепловой работы печей	Текст задания: написать эссе на тему «Характеристика металлургических печей в зависимости от их тепловой работы» Цель: 1) научиться письменно излагать суть поставленной проблемы, 2) самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, 3) делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме Рекомендации по выполнению задания: 1) написать вступление (2–3 предложения, которые служат для последующей формулировки проблемы); 2) сформулировать проблему; 3) дать комментарии к проблеме; 4) сформулировать авторское мнение и привести аргументацию; 5) написать заключение. Критерии оценки: тематика эссе

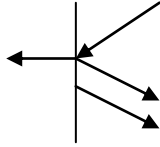
#### 4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе текущего контроля и промежуточной аттестации.

##### 4.1 Текущий контроль

№	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Контролируемые результаты (умения, знания)	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1 Топливо металлургических	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в	<b>1) Установите соответствие:</b> 1. полное горение А. CO; 2. неполное горение Б. H <sub>2</sub> O; <b>2) Дополните определение:</b>

печей	<p>металлургических печах, (нагревательных и плавильных);</p> <p>31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики;</p> <p>35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах</p>	<p>Если не учитывается тепло на испарение воды при сгорании топлива, это _____</p> <p><b>3) Напишите компоненты, составляющие основу топлива:</b>  А.....  Б.....  В.....</p> <p><b>3) Выберите правильный ответ:</b>  Влага в топливе может быть:  1 – физически связанной;  2 – внешней;  3 – гигроскопической;  4 – смешанной с жидкими компонентами.</p> <p><b>4) Вставьте недостающие элементы, образующие цепь взаимосвязанных элементов и обоснуйте вывод:</b>  1. <math>\text{CO}_2 \rightarrow \dots \rightarrow \text{H}_2\text{O}</math> – это _____</p> <p>2. <math>\text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \dots \rightarrow \text{N}_2</math> – это _____</p> <p><b>5) Допишите определение</b>  Способность вещества оказывать сопротивление относительному перемещению частиц – это _____</p> <p><b>6) Укажите правильный ответ.</b>  Пределы существования ламинарного и турбулентного движений были установлены:  1. Эйлером;  2. Био;  3. Фурье;  4. Нуссельтом;  5. Рейнольдсом.</p> <p><b>7) Укажите правильный ответ.</b>  Какое уравнение характеризует кинетическую энергию потока?  А. <math>P + \rho gH</math>;  Б. <math>\frac{\rho w^2}{2}</math>;  В. <math>\frac{wd_\Gamma}{v}</math>;  Г. <math>P_B - P_\Gamma</math>;  Д. <math>gH(\rho_B - \rho_\Gamma)</math></p> <p><b>8) Ответьте на вопрос.</b>  Какое давление может принимать и</p>
-------	--	--

			<p>отрицательное и положительное значение?  <b>9) Дополните определение</b>  Движение, создаваемое за счет разностей плотностей объемов газа при разной температуре,  называется _____</p>												
2	<p>Раздел 2  Основы механики  печных газов</p>	<p>У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);  31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики;  34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения  35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах</p>	<p><b>1) Укажите название тепловых потоков на схеме:</b></p>  <p><math>Q_1</math> – падающий;  <math>Q_2</math> – поглощенный;  <math>Q_3</math> – отраженный;  <math>Q_4</math> – собственный;  <math>Q_5</math> – эффективный.</p> <p><b>2) Перечислите в правильной последовательности этапы горения жидкого топлива.</b></p> <p><b>3) Дополните определение:</b>  Тепловой поток, отнесенный к единице времени называется _____ тепловым _____</p> <p><b>4) Выберите номер правильного ответа:</b>  Геометрическое давление определяется по формуле?</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. <math>h = gH(\rho_v - \rho_r)</math></td> <td>3. <math>h = P_r - P_v</math></td> </tr> <tr> <td>2. <math>P_2 = P_1 + \rho gH</math></td> <td>4. <math>h = \frac{\rho w^2}{2}</math></td> </tr> </table> <p><b>5) Нарисуйте схему передачи тепла через однослойную стенку.</b></p> <p><b>6) Перечислите дефекты нагрева металла.</b></p> <p><b>7) Установите соотношения между видом топлива и топливосжигающим устройством</b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. Жидкое топливо</td> <td>А.</td> </tr> <tr> <td>Форсунка</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Газообразное топливо</td> <td>Б.</td> </tr> <tr> <td>горелка.</td> <td></td> </tr> </table> <p><b>8) Вставьте пропущенные слова в определении:</b>  Тонкомолотая, огнеупорная _____  обоженная до _____ называется</p>	1. $h = gH(\rho_v - \rho_r)$	3. $h = P_r - P_v$	2. $P_2 = P_1 + \rho gH$	4. $h = \frac{\rho w^2}{2}$	1. Жидкое топливо	А.	Форсунка		2. Газообразное топливо	Б.	горелка.	
1. $h = gH(\rho_v - \rho_r)$	3. $h = P_r - P_v$														
2. $P_2 = P_1 + \rho gH$	4. $h = \frac{\rho w^2}{2}$														
1. Жидкое топливо	А.														
Форсунка															
2. Газообразное топливо	Б.														
горелка.															

3	<p>Раздел 3</p> <p>Основы теплопередачи</p>	<p>У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);</p> <p>31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики;</p> <p>34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения</p> <p>35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах</p>	<p><b>1) Выберите номер правильного ответа</b>  <b>Формула закона Фурье для теплообмена теплопроводностью записывается</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>q = \lambda \frac{T_1 - T_2}{S}</math>;</li> <li><math>q = -\lambda \frac{dT}{dX}</math>;</li> <li><math>q = -\alpha \frac{dT}{dX}</math>;</li> <li><math>q = GT^4</math>.</li> </ol> <p><b>2) Выберите номера правильных ответов</b>  Тепловое сопротивление определяется по формулам</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>R = 1/\alpha</math>;</li> <li><math>R = q/Q</math></li> <li><math>R = S/\lambda</math>;</li> <li>нет правильного ответа.</li> </ol> <p><b>3) Выберите номер правильного ответа</b>  Суммарный коэффициент теплоотдачи определяется по формуле</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\alpha_{\Sigma} = \frac{\xi_{\Gamma}(\omega + 1)}{2}</math>;</li> <li><math>\alpha_{\Sigma} = \frac{\xi_{\Gamma}}{\xi_{\Gamma}}</math></li> <li><math>\alpha_{\Sigma} = (qS_{\text{эф}})/Q</math>;</li> <li><math>\alpha_{\Sigma} = \alpha_{\text{изл.}} + \alpha_{\text{к}}</math></li> </ol> <p><b>4) Допишите определение</b>  Отношение плотности излучения данного тела к плотности излучения абсолютно черного тела той же температуры называется _____</p> <p><b>5) Выберите номер правильного ответа</b>  Формула для определения количества тепла, передаваемого теплопроводностью через 3<sup>х</sup>-слойную стенку при граничных условиях 3 – ого рода записывается:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>q = \lambda \frac{T_1 - T_2}{S}</math></li> <li><math>q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \frac{S_3}{\lambda_3}}</math></li> </ol>
---	---	--	--

			$3. q = \frac{T_2 - T_6}{\frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \frac{S_3}{\lambda_3}}$ $4. q = \frac{T_1 - T_6}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \frac{S_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2}}$ <p><b>6) Вставьте пропущенные слова в определении</b>          Процесс теплообмена возможен, когда _____ передается от одного, более _____ тела, к другому, менее _____</p> <p><b>7) Допишите определение</b>          Если тепловой поток с течением времени не изменяется, то это _____</p>
4	Раздел 4  Нагрев металла и рациональные режимы нагрева	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах	<p><b>1) Установите последовательность примыкания слоёв окислы к поверхности металла, начиная с внутреннего</b>          1. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>;                      2. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO;          3. FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;                      4. FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.</p> <p><b>2) Выберите номер правильного ответа</b>          Внутренняя задача при нагреве металла рассматривает передачу          А) Тепла от поверхности металла к печной атмосфере          Б) Тепла от поверхности металла внутрь его          В) Тепла от печной атмосферы к поверхности металла          Г) Тепла от печной атмосферы на рабочую площадку</p> <p><b>3) Выберите номер правильного ответа</b>          Печи для нагрева блюмов и слябов бывают          А) Садочные, термические          Б) Проходные, термические          В) Башенные, садочные          Г) Проходные, садочные</p> <p><b>4) Выберите номер правильного ответа</b>          Термические печи прокатных цехов предназначены для _____          А) Для снятия явления наклепа          Б) Для нагрева металла перед дальнейшей прокаткой          В) Для снятия явления наклепа          Г) Для упрочнения металла</p>

			<p><b>5) Выберите номер правильного ответа</b>  Окисление углерода поверхностного слоя стали называется _____</p> <p>А) Окислением  Б) Обезуглероживанием  В) Перегревом  Г) Пережогом</p> <p><b>6) Соотнесите название критериев с их обозначением на номограммах</b></p> <p>1. Критерий Био                    А. <math>\Theta</math>  2. Критерий Фурье                Б. <math>F_0</math>  3. Критерий Рейнольдса        В. <math>Re</math></p> <p><b>7) Выберите номер правильного ответа</b>  Процесс взаимодействия окисляющих газов с железом и легирующими элементами называется</p> <p>А) Обезуглероживанием  Б) Пережогом  В) Окислением  Г) Перегревом</p> <p><b>8) Выберите номер правильного ответа</b>  Производительность металлургической печи бывает _____</p> <p>А) Удельной и общей  Б) Удельной и полной  В) Общей и удельной  Г) Полной и удельной</p>
5	<p>Раздел 6</p> <p>Устройства для утилизации тепла в печах</p>	<p>У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);</p> <p>31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики;</p> <p>33. устройства и принципы действия металлургических печей</p> <p>34. топливо металлургических печей и методику</p>	<p>Практическая работа «Расчет теплообменника»</p>

		<p>расчетов горения 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах</p>	
--	--	---	--

#### **4.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется по завершении изучения дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине «Теплотехника» - экзамен.

<b>Результаты обучения</b>	<b>Оценочные средства для промежуточной аттестации</b>
----------------------------	--

<p>У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);</p> <p>31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики;</p> <p>32. назначение и свойства огнеупорных материалов</p> <p>33. устройства и принципы действия металлургических печей</p> <p>34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения</p> <p>35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах</p>	<p><b>Рубежное тестирование</b></p> <p><b>1. Установите порядок технологических операций кислородно-конверторной плавки</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заливка чугуна</li> <li>2. Загрузка шлакообразующих</li> <li>3. Завалка скрапа</li> <li>4. Введение в конвертор фурмы и продувка</li> <li>5. Слив шлака</li> <li>6. Выпуск стали</li> </ol> <p><b>2. Закончите определение.</b> Печи косвенного нагрева где, нагреваемый металл отделён от печных газов, называются _____ .</p> <p><b>3. Установите правильную последовательность движения дымовых газов</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дымовая труба</li> <li>2. Металлургическая печь</li> <li>3. Теплообменник</li> <li>4. Очистные сооружения</li> </ol> <p><b>4. Выберите правильный ответ.</b> Сильными газами окислителями являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1)CO; CO<sub>2</sub></li> <li>2)H<sub>2</sub>; N<sub>2</sub></li> <li>3)CO; H<sub>2</sub></li> <li>4)CO<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>O</li> </ol> <p><b>5. Выберите правильный ответ</b> Коэффициент температуропроводности определяется по формуле:</p> $A.Q = qF$ $B.a = \frac{\lambda}{\rho c}$ $B.R = \frac{1}{\alpha}$ <p><b>6. Допишите определение.</b> Процесс взаимодействия топлива с окислителем, сопровождающийся выделением тепла называется _____</p> <p><b>7. Выберите правильный ответ.</b> Устройство для сжигания газообразного топлива :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>А. горелка</li> <li>Б.инжектор</li> <li>В.форсунка</li> <li>Г.регенератор</li> </ol> <p><b>8. Выберите правильный ответ.</b></p>
---	--



Процесс горения, при котором смешение и горение топлива неразделимы, т.е совершаются практически одновременно:

- А.кинетическое горение
- Б.неполное горение
- В.полное горение
- Г.диффузное горение

**9. Допишите определение.**

Частный случай пламени, когда топливо и воздух поступают в печь в виде струй и затем постепенно перемешиваются – это \_\_\_\_\_

**10. Выберите правильный ответ.**

В форсунках высокого давления распылителем служит:

- А. вентиляторный воздух
- Б.горячий пар
- В.компрессорный воздух
- Г.холодный воздух

**11. Выберите правильный ответ.**

Условие, когда содержащийся в продуктах сгорания пар охлажден с  $373^{\circ}\text{K}$  до  $273^{\circ}\text{K}$  и тепло на испарение воды не учитывается при сгорании топлива:

- А.высшая теплота сгорания
- Б.низшая теплота сгорания
- В.полная теплота сгорания
- В.температура

**12.Вставьте пропущенные слова.**

Тепломассообмен между телами с различным агрегатным состоянием называется \_\_\_\_\_

**13. Дополните определение.**

Распространение теплоты в среде с неоднородным распределением температуры, осуществляемое макроскопическими частицами жидкости при ее перемещении- это \_\_\_\_\_

**14. Дополните определение.**

Свойство материала противостоять переходу в тестообразное или жидкотекучее состояние при высоких температурах – это \_\_\_\_\_

**15.Выберете правильный ответ.**

Теплообменный аппарат, работающий при стационарном тепловом состоянии, где тепло от дымовых газов к нагреваемому воздуху

	<p>передается через разделительную стенку:  А.регенератор  Б.рекуператор  В.керамическая трубка  Г.котел – утилизатор</p>
<p>У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);  31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики;  32. назначение и свойства огнеупорных материалов  33. устройства и принципы действия металлургических печей  34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения  35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах</p>	<p><b>Вопросы к экзамену</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1)Роль металлургической теплотехники в народном хозяйстве</li> <li>2)Горение твердого топлива</li> <li>3)Характеристика процессов горения</li> <li>4)Горение жидкого и твердого топлива</li> <li>5)Горение газообразного топлива</li> <li>6)Общая характеристика топлива</li> <li>7)Полная характеристика топлива</li> <li>8)Горелки</li> <li>9)Форсунки</li> <li>10)Полное и неполное горение</li> <li>11)Теории горения топлива</li> <li>12)Уравнение Бернулли и его применение</li> <li>13)Передача тепла через одно- и многослойную стенки при граничных условиях первого рода</li> <li>14)Передача тепла через одно- и многослойную стенки при граничных условиях третьего рода</li> <li>15)Динамический напор</li> <li>16)Динамика газов</li> <li>17)Статика газов</li> <li>18)Основные понятия теплообмена</li> <li>19)Теплофизические основы конвективного теплообмена</li> <li>20)Теплообмен излучением</li> <li>21)Основные законы теплообмена излучением</li> <li>22)Сложный теплообмен</li> <li>23)Перегрев и пережог металла</li> <li>24)Основные понятия рациональной технологии нагрева металла</li> <li>25)Дефекты нагрева металла</li> <li>26)Классификация огнеупоров</li> <li>27)Рабочие и физические свойства огнеупоров</li> <li>28)Свойства огнеупоров</li> <li>29)Очистка дымовых газов</li> <li>30)Рекуператоры</li> <li>31)Котлы-утилизаторы</li> <li>32)Теплофизические основы утилизации тепла</li> <li>33)Охлаждение металлургических печей</li> </ol>

	34) Регенераторы 35) Нагревательные печи 36) Доменные печи 37) Термические печи 38) Кислородные конвертеры 39) Электropечи 40) Классификация металлургических печей 41) Мартеновские печи 42) Теплотехника сталеплавильного производства 43) Печи сталеплавильного производства 44) Колпаковые печи 45) Протяжные печи 46) Печи для нагрева слитков под прокатку 47) Печи для нагрева блюмов и слябов 48) Садочные печи
--	---

### **Критерии оценки экзамена**

–«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

–«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

–«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

–«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

**АКТИВНЫЕ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ**

1. Активные и интерактивные методы используются при проведении теоретических и практических занятий:

Раздел/тема	Применяемые активные и интерактивные методы	Краткая характеристика
Тема 1.1 Топливо металлургических печей	Анализ конкретной ситуации «Запасы естественных видов топлива в природе»	Совместными усилиями группы учащихся проанализировать сложившуюся ситуацию о запасах природного газа и каменного угля, конкретном положении дел по объемам запасов, выработать практическое решение о сохранении природных богатств России; окончание процесса – оценка предложенных алгоритмов и выбор лучшего в контексте поставленной проблемы.
Тема 1.2 Теория горения различных видов топлива в печах	Анализ конкретной ситуации «Расчет горения топлива»	Ситуация – упражнение, в которой студенту необходимо определить расход воздуха, количество и состав продуктов сгорания природного газа, его калориметрическую и действительную температуру по исходным данным
Тема 2.2 Динамика газов	Анализ конкретной ситуации «Расчет высоты дымовой трубы»	Ситуация – упражнение, в которой студенту необходимо определить расход воздуха, количество и состав продуктов сгорания природного газа, его калориметрическую и действительную температуру по исходным данным
Тема 4.1 Дефекты нагрева металла	Анализ конкретной ситуации «Процессы, протекающие на поверхности металла при нагревании и внутри нагреваемого металла»	Совместными усилиями группы учащихся проанализировать процессы, сопровождающие нагрев металла в методической печи, причины появления дефектов нагрева, выработать практическое решение о мероприятиях, предупреждающих появление перегрева и пережога; окончание процесса – оценка предложенных мероприятий и выбор лучшего в контексте поставленной проблемы.
Тема 4.2 Основы рациональной	Анализ конкретной ситуации «Расчет времени нагрева	Ситуация – упражнение, в которой студенту необходимо определить время нагрева металла в

технологии нагрева металла	металла в металлургической печи»	трехзонной методической печи, используя при этом температуру уходящих дымовых газов, разность температур между поверхностью и серединой заготовки, размеры печи, садку печи, а также пользуясь номограммами из справочного материала.
Тема 6.1 Теплотехнические основы утилизации тепла отходящих дымовых газов. Устройства для утилизации тепла в печах	Анализ конкретной ситуации «Расчет теплообменника»	Ситуация – упражнение, в которой студенту необходимо определить величину поверхности теплообмена регенератора и его геометрические размеры, исходя из расхода воздуха и дыма, начальной и конечной температуры нагрева воздуха, садки печи и вида топлива.
Тема 6.2 Охлаждение печей и очистка дымовых газов	Анализ конкретной ситуации «Способы очистки газов»	Совместными усилиями группы студентов классифицировать и охарактеризовать установки и аппараты для очистки дымовых газов, выявить положительные стороны работы установок, а также недостатки. Дать анализ утилизации тепла отходящих дымовых газов, осуществляемых в теплообменных устройствах регенеративного и рекуперативного типа. Проанализировать окончательные результаты сравнительной характеристики и сделать выбор лучшего в контексте поставленной проблемы.

### ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Количество часов	Требования ФГОС СПО (уметь)
Раздел 1. ТОПЛИВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ		<b>4</b>	
Тема 1.2. Теория горения различных видов топлива в печах	№ 1 Расчет горения топлива	4	У1
Раздел 2. ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ПЕЧНЫХ ГАЗОВ		<b>4</b>	
Тема 2.2 Динамика газов	№2 Расчет высоты дымовой трубы	4	У1
Раздел 3. ОСНОВЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ		<b>6</b>	
Тема 3.1 Теплопроводность	№3 Расчет теплового потока и распределение температур в стенках печи	4	У1
Тема 3.2 Теплообмен	№4 Расчет коэффициента теплопроводности металла	2	У1
Раздел 4. НАГРЕВ МЕТАЛЛА И РАЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ НАГРЕВА		<b>5</b>	
Тема 4.1 Дефекты нагрева металла	№5 Определение режимов нагрева тонких и массивных тел	2	У1
Тема 4.2 Основы рациональной технологии нагрева металла	№6 Расчет времени нагрева металла в металлургической печи	3	У1
Раздел 6. УСТРОЙСТВА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА В ПЕЧАХ		<b>4</b>	
Тема 6.1 Теплотехнические основы утилизации тепла отходящих дымовых газов. Устройства для утилизации тепла в печах	№7 Расчет теплообменника	4	У1
<b>ИТОГО</b>		<b>23</b>	

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ МАРШРУТ

Контрольная точка	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Контролируемые результаты	Оценочные средства	
<b>№1</b>	Раздел 1. Топливо металлургических печей	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 32. назначение и свойства огнеупорных материалов 33. устройства и принципы действия металлургических печей 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах	Практическое задание	«Расчет горения топлива»
<b>№2</b>	Раздел 2. Основы механики печных газов	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и	Практическое задание	«Расчет высоты дымовой трубы»

		<p>плавильных);</p> <p>31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики;</p> <p>32. назначение и свойства огнеупорных материалов</p> <p>33. устройства и принципы действия металлургических печей</p> <p>34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения</p> <p>35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах</p>		
<b>№3</b>	Раздел 3. Основы теплопередачи	<p>У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);</p> <p>31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики;</p> <p>32. назначение и свойства огнеупорных материалов</p> <p>33. устройства и принципы действия металлургических печей</p>	Практическое задание	«Расчет теплового потока и распределение температур в стенках печи»



		34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах		
<b>№4</b>	Раздел 4. Нагрев металла и рациональные режимы нагрева	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 32. назначение и свойства огнеупорных материалов 33. устройства и принципы действия металлургических печей 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах	Практическое задание	«Расчет времени нагрева металла в металлургической печи»
<b>№5</b>	Допуск к экзамену	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в	Контрольный тест	<b>1. Установите порядок технологических операций</b>

		<p>металлургических печах, (нагревательных и плавильных); 31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 32. назначение и свойства огнеупорных материалов 33. устройства и принципы действия металлургических печей 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах</p>	<p><b>кислородно-конверторной плавки</b> 1. Заливка чугуна 2. Загрузка шлакообразующих 3. Завалка скрапа 4. Введение в конвертор фурмы и продувка 5. Слив шлака 6. Выпуск стали <b>2. Закончите определение.</b> Печи косвенного нагрева где, нагреваемый металл отделён от печных газов, называются _____ . <b>3. Установите правильную последовательность движения дымовых газов</b> 1. Дымовая труба 2. Металлургическая печь 3. Теплообменник 4. Очистные сооружения <b>4. Выберите правильный ответ.</b> Сильными газами окислителями являются: 1)CO; CO<sub>2</sub> 2)H<sub>2</sub>; N<sub>2</sub> 3)CO; H<sub>2</sub> 4)CO<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>O <b>5. Выберите</b></p>
--	--	--	--

				<p><b>правильный ответ</b></p> <p>Коэффициент температуропроводности определяется по формуле:</p> $A.Q = qF$ $B.a = \frac{\lambda}{\rho c}$ $B.R = \frac{1}{\alpha}$ <p><b>6.Допишите определение.</b> Процесс взаимодействия топлива с окислителем, сопровождающийся выделением тепла называется _____</p> <p><b>7.Выберете правильный ответ.</b> Устройство для сжигания газообразного топлива : А. горелка Б.инжектор В.форсунка Г.регенератор</p> <p><b>8. Выберите правильный ответ.</b> Процесс горения, при котором смешение и горение топлива неразделимы, т.е</p>
--	--	--	--	--

			<p>совершаются практически одновременно:  А.кинетическое горение  Б.неполное горение  В.полное горение  Г.диффузное горение</p> <p><b>9. Допишите определение.</b>  Частный случай пламени, когда топливо и воздух поступают в печь в виде струй и затем постепенно перемешиваются – это _____</p> <p><b>10. Выберите правильный ответ.</b>  В форсунках высокого давления распылителем служит:  А. вентиляторный воздух  Б.горячий пар  В.компрессорный воздух  Г.холодный воздух</p> <p><b>11. Выберите правильный ответ.</b>  Условие, когда содержащийся в продуктах сгорания пар охлажден с <math>373\text{ }^{\circ}\text{K}</math> до <math>273\text{ }^{\circ}\text{K}</math> и тепло на испарение</p>
--	--	--	--

			<p>воды не учитывается при сгорании топлива:  А. высшая теплота сгорания  Б. низшая теплота сгорания  В. полная теплота сгорания  В. температура</p> <p><b>12. Вставьте пропущенные слова.</b>  Тепломассообмен между телами с различным агрегатным состоянием называется _____</p> <hr/> <p><b>13. Дополните определение.</b>  Распространение теплоты в среде с неоднородным распределением температуры, осуществляемое макроскопически ми частицами жидкости при ее перемещении- это _____</p> <hr/> <p><b>14. Дополните определение.</b>  Свойство материала противостоять переходу _____ в тестообразное или жидкотекучее состояние _____ при высоких температурах _____</p>
--	--	--	---

				<p>это _____</p> <p><b>15.Выберете правильный ответ.</b></p> <p>Теплообменный аппарат, работающий при стационарном тепловом состоянии, где тепло от дымовых газов к нагреваемому воздуху передается через разделительную стенку:</p> <p>А.регенератор  Б.рекуператор  В.керамическая трубка  Г.котел –  утилизатор</p>
Промежуточная аттестация	Экзамен	<p>У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);</p> <p>31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики;</p> <p>32. назначение и свойства огнеупорных материалов</p> <p>33. устройства и принципы действия металлургических печей</p>	Экзаменационные билеты	<p><b>Вопросы к экзамену</b></p> <p>1)Роль металлургической теплотехники в народном хозяйстве</p> <p>2)Горение твердого топлива</p> <p>3)Характеристика процессов горения</p> <p>4)Горение жидкого и твердого топлива</p> <p>5)Горение газообразного топлива</p> <p>6)Общая характеристика топлива</p> <p>7)Полная характеристика</p>

		<p>34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения</p> <p>35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах</p>	<p>топлива</p> <p>8) Горелки</p> <p>9) Форсунки</p> <p>10) Полное и неполное горение</p> <p>11) Теории горения топлива</p> <p>12) Уравнение Бернулли и его применение</p> <p>13) Передача тепла через одно- и многослойную стенки при граничных условиях первого рода</p> <p>14) Передача тепла через одно- и многослойную стенки при граничных условиях третьего рода</p> <p>15) Динамический напор</p> <p>16) Динамика газов</p> <p>17) Статика газов</p> <p>18) Основные понятия теплообмена</p> <p>19) Теплофизические основы конвективного теплообмена</p> <p>20) Теплообмен излучением</p> <p>21) Основные законы теплообмена излучением</p> <p>22) Сложный теплообмен</p> <p>23) Перегрев и</p>
--	--	--	--



				<p>пережог металла</p> <p>24)Основные понятия рациональной технологии нагрева металла</p> <p>25)Дефекты нагрева металла</p> <p>26)Классификация огнеупоров</p> <p>27)Рабочие и физические свойства огнеупоров</p> <p>28)Свойства огнеупоров</p> <p>29)Очистка дымовых газов</p> <p>30)Рекуператоры</p> <p>31)Котлы-утилизаторы</p> <p>32)Теплофизические основы утилизации тепла</p> <p>33)Охлаждение металлургических печей</p> <p>34)Регенераторы</p> <p>35)Нагревательные печи</p> <p>36)Доменные печи</p> <p>37)Термические печи</p> <p>38)Кислородные конвертеры</p> <p>39)Электropечи</p> <p>40)Классификация металлургических печей</p> <p>41)Мартеновские печи</p> <p>42)Теплотехника сталеплавильного производства</p>
--	--	--	--	---



				<p>43) Печи сталеплавильного производства</p> <p>44) Колпаковые печи</p> <p>45) Протяжные печи</p> <p>46) Печи для нагрева слитков под прокатку</p> <p>47) Печи для нагрева блюмов и слябов</p> <p>48) Садочные печи</p> <p><b>Практические задания</b></p> <p>1) Задачи на определение количества тепла переданного теплопроводностью</p> <p>2) Задачи на определение количества тепла переданного излучением</p> <p>3) Задачи на определение времени нагрева металла</p> <p>4) Задачи по утилизации тепла</p> <p>5) Задачи на определение динамического давления и гидравлического диаметра</p> <p>6) Задачи на определение степени черноты газов</p> <p>7) Задачи на определение критериев подобия</p> <p>8) Задачи на определение количества</p>
--	--	--	--	--

				продуктов сгорания 9)Задачи на определение количества воздуха, необходимого для горения топлива
--	--	--	--	--

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

№ п / п	Раздел рабочей программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата, № протокола заседания ПЦК	Подпись председателя ПЦК
		Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехника» актуализирована. В рабочую программу внесены следующие изменения:		
1	3.2 Информационное обеспечение обучения	<p>В связи с заключением контрактов со сторонними электронными библиотечными системами «Юрайт» (Контракт Юрайт ЭБС www.biblio-online.ru №К-55-19 от 05.08.2019), «BOOK.RU» (Контракт КноРус медиа ЭБС BOOK.ru № К-52-19 от 05.08.2019), «Консультант студента» (Контракт Политехресурс Консультант студента ЭБС К 50-19 от 05.08.2019) и обновлением платформы электронной библиотечной системы «Знаниум» раздел 3.2 Рабочей программы читать в новой редакции:</p> <p style="text-align: center;"><b>Основная литература</b></p> <p>1. Кудинов, В. А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - Москва: КУРС, Инфра-М, 2015. - Режим доступа: <a href="https://new.znanium.com/read?id=169108">https://new.znanium.com/read?id=169108</a> . – Загл. с экрана.</p> <p>2. Семенов, Ю. П. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебник / Ю. П. Семенов, А. Б. Левин. - 2 изд. - Москва: Инфра-М, 2015. - 400 с. - Режим доступа: <a href="https://new.znanium.com/read?id=117940">https://new.znanium.com/read?id=117940</a> . – Загл. с экрана.</p> <p style="text-align: center;"><b>Дополнительная литература</b></p> <p>1. Дубровская, Е. Ю. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Ю. Дубровская ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=14.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1123808/14.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=14.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1123808/14.pdf&amp;view=true</a> . - Макрообъект</p> <p>2. Свечникова, Н. Ю. Практикум по технической термодинамике и теплотехнике [Электронный ресурс] : практикум / Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, А. В. Горохов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&amp;view=true</a> . - Макрообъект.</p> <p>3. Тинькова, С. М. Теплофизика и металлургическая теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. М. Тинькова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. - 168 с. - Режим доступа: <a href="https://new.znanium.com/read?id=342142">https://new.znanium.com/read?id=342142</a> . – Загл. с экрана.</p>	11.09.2019 г. Протокол № 1	
2	3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ	<p>В связи с обновлением материально-технического обеспечения п. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению читать в новой редакции:</p> <p>Кабинет Теплотехники Учебная аудитория для проведения учебных, практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, для самостоятельной работы, для текущего контроля и промежуточной аттестации. Рабочее место преподавателя: персональный компьютер, рабочие места обучающихся, доска учебная, учебная мебель MS Windows (подписка Imagine Premium) договор Д-1227-18 от 08.10.2018, срок действия:11.10.2021 MS Windows (подписка Imagine Premium) договор Д-757-17 от 27.06.2017, срок действия:27.07.2018, Calculate Linux Desktop свободно распространяемое ПО (<a href="https://www.calculate-linux.org/">https://www.calculate-linux.org/</a>)</p>	16.09.2020 г. Протокол № 1	

		( <a href="https://www.calculate-linux.org/ru/">https://www.calculate-linux.org/ru/</a> ), срок действия: бессрочно MS Office №135 от 17.09.2007, срок действия: бессрочно 7 Zip свободно распространяемое ( <a href="https://www.7-zip.org/">https://www.7-zip.org/</a> ), срок действия: бессрочно		
3	3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ	<p>В связи с заключением контрактов со сторонними электронными библиотечными системами ЭБС ЗНАНИУМ (Контракт № К-60-20 от 13.08.2020 г. ООО «ЗНАНИУМ», 01.09.2020 г. по 31.08.2021 г.) п. Информационное обеспечение обучения читать в новой редакции:</p> <p style="text-align: center;"><b>Основная литература</b></p> <p>1. Кудинов, В. А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - Москва: КУРС, Инфра-М, 2015. - Режим доступа: <a href="https://new.znanium.com/read?id=169108">https://new.znanium.com/read?id=169108</a> . – Загл. с экрана.</p> <p>2. Семенов, Ю. П. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебник / Ю. П. Семенов, А. Б. Левин. - 2 изд. - Москва: Инфра-М, 2015. - 400 с. - Режим доступа: <a href="https://new.znanium.com/read?id=117940">https://new.znanium.com/read?id=117940</a> . – Загл. с экрана.</p> <p style="text-align: center;"><b>Дополнительная литература</b></p> <p>1. Дубровская, Е. Ю. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Ю. Дубровская ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=14.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1123808/14.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=14.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1123808/14.pdf&amp;view=true</a> . - Макрообъект</p> <p>2. Свечникова, Н. Ю. Практикум по технической термодинамике и теплотехнике [Электронный ресурс] : практикум / Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, А. В. Горохов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&amp;view=true</a> . - Макрообъект.</p> <p>3. Тинькова, С. М. Теплофизика и металлургическая теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. М. Тинькова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. - 168 с. - Режим доступа: <a href="https://new.znanium.com/read?id=342142">https://new.znanium.com/read?id=342142</a> . – Загл. с экрана.</p>	16.09.2020 г. Протокол № 1	