

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор
С.А. Махновский
«27» февраля 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.07. ТЕПЛОТЕХНИКА

«профессиональный цикл»

программы подготовки специалистов среднего звена
специальности 22.02.01 Металлургия черных металлов
(базовой подготовки)

Форма обучения

очная

Магнитогорск, 2019

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехника» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 22.02.01 Metallurgy черных металлов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «21» апреля 2014 г. № 355

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

Разработчики:

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

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
Металлургия черных металлов
Председатель  / И.В. Решетова /
Протокол №6 от 20.02.2019 г

Методической комиссией МпК

Протокол №5 от 21.02.19 г

Рецензент:

Государственное автономное профессиональное
Образовательное учреждение Челябинской области
«Политехнический колледж»

Заместитель директора по научно – методической работе

М.П.



/Л.Н. Сизоненко

СОДЕРЖАНИЕ		стр.
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ		4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ		7
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ		15
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ		18
ПРИЛОЖЕНИЕ 1		28
ПРИЛОЖЕНИЕ 2		30
ПРИЛОЖЕНИЕ 3		31
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ		41

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 22.02.01 Metallurgy черных металлов. Рабочая программа составлена для очной формы обучения.

1.2 Место дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Учебная дисциплина «Теплотехника» относится к общепрофессиональной дисциплине учебного цикла.

Освоению учебной дисциплины предшествует изучение учебных дисциплин «Математика», «Физика», «Химия».

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

- ПМ 01 Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов);
- ПМ 02 Организация работы коллектива на производственном участке
- ПМ 03 Участие в экспериментальных и исследовательских работах

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. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.2. Использовать системы автоматического управления технологическим процессом.

ПК 1.3. Эксплуатировать технологическое и подъемно-транспортное оборудование, обеспечивающее процесс производства черных металлов.

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции.

ПК 2.1. Планировать и организовывать собственную деятельность, работу подразделения, смены, участка, бригады, коллектива исполнителей.

ПК 3.1. Принимать участие в разработке новых технологий и технологических процессов.

ПК 3.2. Участвовать в обеспечении и оценке экономической эффективности.

В процессе освоения дисциплины у студентов должны формироваться общие компетенции:

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

<i>Код ПК/ ОК</i>	<i>Умения</i>	<i>Знания</i>
ПК 1.1	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; 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения;
ПК 1.2	У1. производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных);	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);	35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах;
ПК 2.1	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 3.1	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 3.2	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 печак
ОК 1	У02.1. распознавать и анализировать профессиональную задачу и/или проблему; У02.2. определять этапы решения профессиональной задачи, составлять и реализовывать план действия по достижению результата;	302.1. алгоритмы выбора типовых методов и способов выполнения профессиональных задач;
ОК 2	У02.1. распознавать и анализировать профессиональную задачу и/или проблему; У02.2. определять этапы решения профессиональной задачи, составлять и реализовывать план действия по достижению результата;	302.1. алгоритмы выбора типовых методов и способов выполнения профессиональных задач;
ОК 3	У03.1. принимать решения в стандартной профессиональной ситуации и определять необходимые ресурсы;	303.1. алгоритмы принятия решения в профессиональных стандартных ситуациях;
ОК 4	У04.1. определять необходимые источники информации; У04.2. выделять наиболее значимое в изучаемом материале и структурировать получаемую информацию;	304.1. номенклатура информационных источников применяемых в профессиональной деятельности; 304.2. приемы структурирования информации;
ОК 5	У05.1. использовать средства информационно-коммуникационных технологий для решения профессиональных задач;	305.1. современные средства и устройства информатизации и порядок их применения;
ОК 6	У06.1. работать в коллективе и команде;	У06.1. основные принципы работы в коллективе; 306.3. способы разрешения конфликтов в профессиональной деятельности;
ОК 8	У08.2. определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;	308.1. пути становления специалиста и развития личности;

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	99
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	66
в том числе:	
лекции, уроки	
практические занятия	22
лабораторные занятия	-
курсовая работа (проект)	-
Самостоятельная работа	33
Форма промежуточной аттестации - <i>экзамен</i>	

2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины «Теплотехника»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Коды компетенций/осваиваемых элементов компетенций
1	2	3	4
Введение	Входной контроль. Инструктивный обзор программы учебной дисциплины и знакомство студентов с основными условиями и требованиями к освоению общих и профессиональных компетенций.	2	
Раздел 1. Топливо металлургических печей		10	ОК/ПК
Тема 1.1. Общая характеристика топлива	Содержание учебного материала	2	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 34. топливо металлургических печей и методику расчетов горения;
	Виды топлива. Характеристика топлива (классификация, химический состав, теплота сгорания)	2	
Тема 1.2. Теория горения различных видов топлива в печах	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 расчетов горения;
	Процессы горения газообразного, жидкого и твердого топлива. Способы расчета горения топлива.	2	
	Практические занятия		
	Расчет горения топлива	4	
Тема 1.3 Устройства для	Содержание учебного материала	2	31. основные положения теплотехники и
	Конструкции и область применения топливосжигающих устройств.	2	

сжигания топлива	Конструкции горелок, область их применения. Устройства для сжигания жидкого топлива (форсунки низкого и высокого давления).		теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей; 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах
Раздел 2. Основы механики печных газов		20	ОК/ПК
Тема 2.1. Статика газов	Содержание учебного материала	2	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей; 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах
	Свойства жидкостей и газов, газовые законы физики. Основное уравнение статики жидкостей и газов. Статический и геометрический напоры	2	
Тема 2.2 Динамика газов	Содержание учебного материала	18	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;
	Законы движения газов в печах. Уравнение Бернулли	2	
	Практические занятия		
	Расчет высоты дымовой трубы	4	
	Самостоятельная работа обучающихся	12	

			35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
Раздел 3. Основы теплопередачи		10	ПКОК
Тема 3.1 Теплопроводность	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; 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
	Принцип распределения температуры в стенах при стационарной теплопроводности.	2	
	Практические занятия		
	Расчет теплового потока и распределение температур в стенках печи	4	
Тема 3.2 Теплообмен	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
	Виды конвективного теплообмена	2	
	Практические занятия		
	Расчет коэффициента теплопроводности металла	2	

			металлургических печей; 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
Раздел 4. Нагрев металла и рациональные режимы нагрева		30	ПК/ОК
Тема 4.1 Дефекты нагрева металла	Содержание учебного материала	25	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
	Процессы, протекающие на поверхности металла при нагревании и внутри нагреваемого металла. Методы расчета нагрева металла.	2	
	Практические занятия		
	Определение режимов нагрева тонких и массивных тел	2	
	Самостоятельная работа обучающихся	21	
Тема 4.2 Основы рациональной технологии нагрева металла	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 принципы
	Режимы нагрева металла и факторы, обеспечивающие рациональную технологию нагрева.	2	
	Практические занятия		
	Расчет времени нагрева металла в металлургической печи	3	

			действия металлургических печей; 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах
Раздел 5. Материалы для сооружения печей и конструкции строительных элементов печей		8	<i>ПК/ОК</i>
Тема 5.1 Огнеупорные, теплоизоляционные и другие строительные материалы, применяемые при сооружении печей	Содержание учебного материала	6	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 32. назначение и свойства огнеупорных материалов 33. устройства и принципы действия металлургических печей; 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах
	Виды, свойства и область применения материалов для сооружения металлургических печей.	2	
Тема 5.2 Кладка печей и строительные элементы для сооружения печей.	Содержание учебного материала	2	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 32. назначение и свойства огнеупорных материалов 33. устройства и принципы действия металлургических печей; 35. закономерности процессов
	Категории и методы кладки, устройство основных строительных элементов нагревательных печей.	2	

			теплообмена в металлургических печах
Раздел 6. Устройства для утилизации тепла в печах		7	ПК/ОК
Тема 6.1 Теплотехнические основы утилизации тепла отходящих дымовых газов. Устройства для утилизации тепла в печах	Содержание учебного материала	5	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; 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
	Методы утилизации тепла. Общая характеристика теплообмена в рекуператорах, регенераторах и котлах-утилизаторах.	2	
	Практические занятия		
	Расчет теплообменника	3	
Тема 6.2 Охлаждение печей и очистка дымовых газов	Содержание учебного материала	2	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей; 35. закономерности процессов
	Сущность охлаждения печей. Способы очистки газов	2	

			теплообмен в металлургических печах
Раздел 7. Конструкции печей для производства черных металлов, печей для нагрева и термообработки сплавов		16	ПК/ОК
Тема 7.1 Классификация и общая характеристика тепловой работы печей	Содержание учебного материала	2	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 33. устройства и принципы действия металлургических печей; 35. закономерности процессов теплообмена в металлургических печах
	Классификация металлургических печей. Теплотехнические характеристики работы печей	2	
Тема 7.2 Металлургические печи и конвертеры	Содержание учебного материала	14	31. основные положения теплотехники и теплоэнергетики; 32. назначение и свойства огнеупорных материалов 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.	2	
	Показатели работы доменной печи	2	
	Теплотехника сталеплавильных процессов	2	
	Кислородные конвертеры	2	
	Печи для нагрева слитков. Печи для нагрева блюмов и слябов.	2	
	Печи для термической обработки сортового проката	2	
	Печи для термической обработки горячекатаных листов. Печи для термической обработки холоднокатаных листов и ленты	2	
Всего (максимальная учебная нагрузка):		99	

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 Тематические плакаты и презентации (Конструкция мартеновской печи, Дуговая электропечь, Конструкция доменной печи). Макеты: Доменная печь, Чугуновозный ковш, Сталеразливочный ковш, Мартеновская печь, Разливка стали сверху
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

Основная литература:

1. Дубровская, Е. Ю. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие [для СПО] / Е. Ю. Дубровская ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=S96.pdf&show=dcatalogues/5/8827/S96.pdf&view=true>. – Макрообъект.
2. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - Москва: КУРС, Инфра-М, 2015. - Режим доступа: <https://znanium.com/bookread2.php?book=486472>. – Загл. с экрана.
3. Теоретические основы теплотехники/Ляшков В. И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 328 с.: 60х90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-905554-85-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/496993>

Дополнительная литература

1. Тепломассообмен: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 375 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-004729-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/238920>
2. Техническая термодинамика: Учебное пособие / Петрущенко В.А. - Спб.:Страта, 2015. - 160 с.: ISBN 978-5-906150-48-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/968729>

Интернет - источники:

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

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ Договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 (подписка Imagine Premium)	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017 Д-593-16 от 20.05.2016 Д-1421-15 от 13.07.2015	11.10.2021 27.07.2018 20.05.2017 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 Д-1347-17 от 20.12.2017 Д-1481-16 от 25.11.2016 Д-2026-15 от 11.12.2015	28.01.2020 21.03.2018 25.12.2017 11.12.2016
7 Zip	свободно распространяемое	бессрочно

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 печей	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;	1) Установите соответствие: 1. полное горение А. CO; 2. неполное горение Б. H₂O; 2) Дополните определение: Если не учитывается тепло на испарение воды при сгорании топлива, это _____ 3) Напишите компоненты, составляющие основу топлива: А. Б. В. 3) Выберите правильный ответ: Влага в топливе может быть: 1 – физически связанной; 2 – внешней; 3 – гигроскопической; 4 – смешанной с жидкими компонентами. 4) Вставьте недостающие элементы, образующие цепь взаимосвязанных элементов и обоснуйте вывод: 1. CO₂ → ... → H₂O – это _____ 2. CO₂ → H₂O → H₂ → ... → N₂ – это _____ 5) Допишите определение Способность вещества оказывать сопротивление относительному перемещению частиц – это _____ 6) Укажите правильный ответ. Пределы существования ламинарного и турбулентного движений были установлены: 1. Эйлером; 2. Био;

			Отношение плотности излучения данного тела к плотности излучения абсолютно черного тела той же температуры называется _____ 5) Выберите номер правильного ответа Формула для определения количества тепла, передаваемого теплопроводностью через 3^X-слойную стенку при граничных условиях 3 – ого рода записывается: 1. $q = \lambda \frac{T_1 - T_2}{S}$ 2. $q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \frac{S_3}{\lambda_3}}$ 3. $q = \frac{T_2 - T_6}{\frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \frac{S_3}{\lambda_3}}$ 4. $q = \frac{T_1 - T_6}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \frac{S_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2}}$ 6) Вставьте пропущенные слова в определении Процесс теплообмена возможен, когда _____ передается от одного, более _____ тела, к другому, менее _____ 7) Допишите определение Если тепловой поток с течением времени не изменяется, то это _____
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	1) Установите последовательность примыкания слоёв окалины к поверхности металла, начиная с внутреннего 1. Fe₂O₃, FeO, Fe₃O₄; 2. Fe₃O₄, Fe₂O₃, FeO; 3. FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃; 4. FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄. 2) Выберите номер правильного ответа 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

	утилизации тепла в печах	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	
--	--------------------------	---	--

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 *экзамен*.

Результаты обучения	Оценочные средства для промежуточной аттестации
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	Рубежное тестирование 1. Установите порядок технологических операций кислородно-конверторной плавки 1. Заливка чугуна 2. Загрузка шлакообразующих 3. Завалка скрапа 4. Введение в конвертор фурмы и продувка 5. Слив шлака 6. Выпуск стали 2. Закончите определение. Печи косвенного нагрева где, нагреваемый металл отделён от печных газов, называются _____ . 3. Установите правильную последовательность движения дымовых газов

	1. Дымовая труба 2. Metallургическая печь 3. Теплообменник 4. Очистные сооружения 4. Выберите правильный ответ. Сильными газами окислителями являются: 1)CO; CO₂ 2)H₂; N₂ 3)CO; H₂ 4)CO₂; H₂O 5. Выберите правильный ответ Коэффициент температуропроводности определяется по формуле: $A.Q = qF$ $B.a = \frac{\lambda}{\rho c}$ $B.R = \frac{1}{\alpha}$ 6. Допишите определение. Процесс взаимодействия топлива с окислителем, сопровождающийся выделением тепла называется _____ 7. Выберите правильный ответ. Устройство для сжигания газообразного топлива : А. горелка Б.инжектор В.форсунка Г.регенератор 8. Выберите правильный ответ. 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°K до 273°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 передается через разделительную стенку: А.регенератор Б.рекуператор В.керамическая трубка Г.котел – утилизатор
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	Вопросы к экзамену 1)Роль металлургической теплотехники в народном хозяйстве 2)Горение твердого топлива 3)Характеристика процессов горения 4)Горение жидкого и твердого топлива 5)Горение газообразного топлива 6)Общая характеристика топлива 7)Полная характеристика топлива 8)Горелки

печей и методику расчетов горения; 35. закономерности процессов тепломассообмена в металлургических печах	9)Форсунки 10)Полное и неполное горение 11)Теории горения топлива 12)Уравнение Бернулли и его применение 13)Передача тепла через одно- и многослойную стенки при граничных условиях первого рода 14)Передача тепла через одно- и многослойную стенки при граничных условиях третьего рода 15)Динамический напор 16)Динамика газов 17)Статика газов 18)Основные понятия теплообмена 19)Теплофизические основы конвективного теплообмена 20)Теплообмен излучением 21)Основные законы теплообмена излучением 22)Сложный теплообмен 23)Перегрев и пережог металла 24)Основные понятия рациональной технологии нагрева металла 25)Дефекты нагрева металла 26)Классификация огнеупоров 27)Рабочие и физические свойства огнеупоров 28)Свойства огнеупоров 29)Очистка дымовых газов 30)Рекуператоры 31)Котлы-утилизаторы 32)Теплофизические основы утилизации тепла 33)Охлаждение металлургических печей 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 технологии нагрева металла	Анализ конкретной ситуации «Расчет времени нагрева металла в металлургической печи»	Ситуация – упражнение, в которой студенту необходимо определить время нагрева металла в 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		4	
Тема 1.2. Теория горения различных видов топлива в печах	4		У1
Раздел 2. ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ПЕЧНЫХ ГАЗОВ		4	
Тема 2.2 Динамика газов	4		У1
Раздел 3.ОСНОВЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ		6	
Тема 3.1 Теплопроводность	4		У1
Тема 3.2 Теплообмен	2		У1

Раздел 4. НАГРЕВ МЕТАЛЛА И РАЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ НАГРЕВА		5	
Тема 4.1 Дефекты нагрева металла	2		У1
Тема 4.2 Основы рациональной технологии нагрева металла	3		У1
Раздел 6. УСТРОЙСТВА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА В ПЕЧАХ		3	
Тема 6.1 Теплотехнические основы утилизации тепла отходящих дымовых газов. Устройства для утилизации тепла в печах	3		У1
ИТОГО		22	

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ МАРШРУТ

Контрольная точка	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Контролируемые результаты	Оценочные средства	
№1	Раздел 1. Топливо металлургических печей	У1, 31, 33, 34, 35	Практическое задание	«Расчет горения топлива»
№2	Раздел 2. Основы механики печных газов	У1, 31, 33, 34, 35	Практическое задание	«Расчет высоты дымовой трубы»
№3	Раздел 3. Основы теплопередачи	У1, 31, 33, 34, 35	Практическое задание	«Расчет теплового потока и распределение температур в стенках печи»
№4	Раздел 4. Нагрев металла и рациональные режимы нагрева	У1, 31, 33, 34, 35	Практическое задание	«Расчет времени нагрева металла в металлургической печи»
№5	Допуск к экзамену	У1, 31, 33, 34, 35	Контрольный тест	1. Установите порядок технологических операций кислородно-конверторной плавки 1. Заливка чугуна 2. Загрузка шлакообразующих 3. Завалка скрапа 4. Введение в конвертор фурмы и продувка 5. Слив шлака 6. Выпуск стали 2. Закончите определение. Печи косвенного

			нагрева где, нагреваемый металл отделён от печных газов, называются _____ . 3. Установите правильную последовательность движения дымовых газов 1. Дымовая труба 2. Металлургическая печь 3. Теплообменник 4. Очистные сооружения 4. Выберите правильный ответ. Сильными газами окислителями являются: 1) CO; CO_2 2) H_2; N_2 3) CO; H_2 4) CO_2; H_2O 5. Выберите правильный ответ Коэффициент температуропроводности определяется по формуле: $A.Q = qF$ $B.a = \frac{\lambda}{\rho c}$ $B.R = \frac{1}{\alpha}$ 6.Допишите
--	--	--	---

			определение. Процесс взаимодействия топлива с окислителем, сопровождающий ся выделением тепла называется _____ 7.Выберете правильный ответ. Устройство для сжигания газообразного топлива : А. горелка Б.инжектор В.форсунка Г.регенератор 8. Выберите правильный ответ. 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°K до 273°K и тепло на испарение воды не учитывается при сгорании топлива: А. высшая теплота сгорания Б. низшая теплота сгорания В. полная теплота сгорания Г. 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 макроскопически ми 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 передается через разделительную
--	--	--	--	---

				стенку: А.регенератор Б.рекуператор В.керамическая трубка Г.котел – утилизатор
Промежуточн ая аттестация	Экзамен	У1, 31, 33, 34, 35	Экзаменац ионные билеты	Вопросы к экзамену 1)Роль металлургической теплотехники в народном хозяйстве 2)Горение твердого топлива 3)Характеристика процессов горения 4)Горение жидкого и твердого топлива 5)Горение газообразного топлива 6)Общая характеристика топлива 7)Полная характеристика топлива 8)Горелки 9)Форсунки 10)Полное и неполное горение 11)Теории горения топлива 12)Уравнение Бернулли и его применение 13)Передача тепла через одно- и многослойную стенки при граничных

			условиях первого рода 14)Передача тепла через одно- и многослойную стенки при граничных условиях третьего рода 15)Динамический напор 16)Динамика газов 17)Статика газов 18)Основные понятия теплообмена 19)Теплофизическое основы конвективного теплообмена 20)Теплообмен излучением 21)Основные законы теплообмена излучением 22)Сложный теплообмен 23)Перегрев и пережог металла 24)Основные понятия рациональной технологии нагрева металла 25)Дефекты нагрева металла 26)Классификация огнеупоров 27)Рабочие и физические свойства огнеупоров 28)Свойства
--	--	--	---

			огнеупоров 29)Очистка дымовых газов 30)Рекуператоры 31)Котлы- утилизаторы 32)Теплофизическ ие основы утилизации тепла 33)Охлаждение металлургических печей 34) Регенераторы 35)Нагревательны е 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 Практические
--	--	--	--

				задания 1)Задачи на определение количества тепла переданного теплопроводностью 2)Задачи на определение количества тепла переданного излучением 3)Задачи на определение времени нагрева металла 4)Задачи по утилизации тепла 5)Задачи на определение динамического давления и гидравлического диаметра 6)Задачи на определение степени черноты газов 7)Задачи на определение критериев подобия 8)Задачи на определение количества 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	Подпись председателя ПЦК
----------	--------------------------	---	-------------------------	--------------------------------

			заседания ПЦК	
		Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехника» актуализирована. В рабочую программу внесены следующие изменения:		
1	3.2 Информационное обеспечение обучения	В связи с обновлением платформы электронной библиотечной системы «Знаниум» в текст раздела 3.2 Рабочей программы включены обновленные режимы доступа на информационные источники.	11.09.2019 г. Протокол № 1	
2	3.2 Информационное обеспечение обучения	В связи с заключением контрактов со сторонними электронными библиотечными системами платформы электронной библиотечной системы «Знаниум» раздел 3.2 Рабочей программы читать в новой редакции: Основная литература - Дубровская, Е. Ю. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие [для СПО] / Е. Ю. Дубровская ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=S96.pdf&show=dcatalogues/5/8827/S96.pdf&view=true . – Макрообъект. - 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. - Ляшкиов, В. И. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Ляшков. - Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 328 с.: 60х90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-905554-85-8 - Режим доступа: https://new.znanium.com/read?id=58350 Дополнительная литература - Кудинов, А. А. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Кудинов. - Москва : Инфра-М, 2015. - 375 с. - Режим доступа: https://new.znanium.com/read?id=8439 - 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). - Режим доступа: https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&view=true . - Макрообъект.	11.09.2019 г. Протокол № 1	
3	3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ	В связи с обновлением материально-технического обеспечения п. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению читать в новой редакции: Кабинет Теплотехники Учебная аудитория для проведения учебных, практических занятий, для самостоятельной работы, для групповых и индивидуальных консультаций, 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-	16.09.2020 г. Протокол № 1	

		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 (https://www.calculate-linux.org/ru/), срок действия: бессрочно MS Office №135 от 17.09.2007, срок действия: бессрочно 7 Zip свободно распространяемое (https://www.7-zip.org/), срок действия: бессрочно		
4	3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ	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: Основная литература 4. Дубровская, Е. Ю. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие [для СПО] / Е. Ю. Дубровская ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=S96.pdf&show=dcatalogues/5/8827/S96.pdf&view=true . – Макрообъект. 5. 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.znaniyum.com/read?id=169108 . – Загл. с экрана. 6. Ляшкиов, В. И. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Ляшков. - Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 328 с.: 60х90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-905554-85-8 - Режим доступа: https://new.znaniyum.com/read?id=58350 Дополнительная литература 3. Кудинов, А. А. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Кудинов. - Москва : Инфра-М, 2015. - 375 с. - Режим доступа: https://new.znaniyum.com/read?id=8439 4. 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). - Режим доступа: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&view=true . - Макрообъект.	16.09.2020 г. Протокол № 1	

