



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов
20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ТЕОРИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОМЕННОГО
ПРОЦЕССА***

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Направленность (профиль/специализация) программы
Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения
материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	3
Семестр	5, 6

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий

18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры МиХТ, д-р техн. наук  С. К. Сибатуллин

Рецензент:

Директор ООО "Шлаксервис", канд. техн. наук  А. Б. Великий

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

- формирование у студентов общекультурных и личностных качеств для производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности
- овладение представлениями, знаниями, умениями и навыками в соответствии с видом профессиональной деятельности: способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке, готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория, технология и автоматизация доменного процесса входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

«Химия», «Физика», «Физическая химия пирометаллургических процессов», «Методы контроля и анализа веществ», «Основы металлургического производства», «Металлургическая теплотехника», «Информатика и информационные технологии»

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория, технология и автоматизация доменного процесса» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1 способностью к анализу и синтезу	
Знать	- основные понятия, используемые при цифровом анализе и синтезе в теории, технологии и автоматизации доменного процесса
Уметь	- познавать наиболее значимые составляющие цифрового анализа и синтеза в теории, технологии и автоматизации доменного процесса
Владеть	- основными приемами и методами цифрового анализа и синтеза в теории, технологии и автоматизации доменного процесса
ПК-10 способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке	
Знать	- основные определения и понятия, используемые при осуществлении и корректировке технологии на основе цифрового анализа и управления высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к доменному процессу
Уметь	- познавать наиболее значимые составляющие осуществления и корректировки технологии на основе цифрового анализа и управления высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к доменному процессу
Владеть	- основными приемами и методами использования цифрового анализа и управления высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к доменному процессу

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц 324 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 196 акад. часов;
- аудиторная – 187 акад. часов;
- внеаудиторная – 9 акад. часов
- самостоятельная работа – 56,6 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. часа

Форма аттестации - курсовая работа, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Шихтовые материалы и их загрузка в печь								
1.1 Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к шихтовым материалам доменной плавки: сырьевым, промывочным, формирующим гарнисаж, флюсам, коксу. Цифровой анализ химического состава, физико-механических и физико-химических свойства шихтовых материалов. Цифровой анализ и синтез в требованиях, предъявляемых к качеству шихтовых материалов.	5	8	5/2И	8/4И	4	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1, ПК-10

1.2 Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к движению шихтовых материалов при загрузке в печь конусным и бесконусным загрузочными устройствами. Формирование слоя шихты на колошнике доменной печи. Цифровой анализ и синтез при формулировании требования к распределению шихтовых материалов на колошнике и управлении распределением.						Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1, ПК-10
Итого по разделу	18	9/4И	16/8И	8,3				
2. Горение топлива и теплопередача								
2.1 Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к горению топлива у фурм доменной печи. Реакции горения углерода кокса, вдуваемого пылеугольного топлива, углеводородов газообразного и жидкого топлива. Физическое состояние зоны горения. Окисление чугуна в фурменном очаге. Показатели, характеризующие горение топлива. Цифровой анализ и синтез при рассмотрении видов топливных добавок и восстановителей, вдуваемых через фурмы для улучшения результатов доменной плавки.	5	8	4/2И	10/2И	5	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1, ПК-10

2.2 Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к теплообмену в доменной печи. Тепловые балансы. Характер изменения температур по высоте и сечению доменной печи. Ступени теплообмена. Виды общих и зональных тепловых балансов. Показатели тепловой работы доменной печи. Цифровой анализ и синтез в способах расчёта удельного расхода кокса при изменении условий работы печи.	8	4/2И	8/2И	5	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1, ПК-10	
Итого по разделу	16	8/4И	18/4И	10				
Итого за семестр	34	17/8И	34/12И	18,3		экзамен,кр		
3. Движение материалов и газов в доменной печи								
3.1 Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к движению материалов в доменной печи. Освобождение объёма и действие вертикального давления шихты как факторов, обеспечивающих возможность непрерывного опускания шихты в доменной печи при периодическом выпуске продуктов плавки. Характер движения материалов по высоте и сечению печи. Цифровой анализ и синтез при рассмотрении времени пребывания материалов в доменной печи	6	8	8/2И	8/6И	8	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1, ПК-10

<p>3.2 Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к движению газов в доменной печи. Потери напора газа, сопротивление шихты движению газа, подъёмная сила газового потока по высоте и сечению доменной печи. Определяющие зоны по силовому взаимодействию потоков шихты и газа и их значение для работы доменной печи. Цифровой анализ и синтез при рассмотрении влияния различных факторов на потери напора газа в условиях доменной печи.</p>	8	8/2И	8/6И	8	<p>Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу</p>	<p>Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос</p>	ПК-1, ПК-10	
Итого по разделу	16	16/4И	16/12И	16				
4. Процессы восстановления и плавления, автоматизация, результаты доменной плавки								
<p>4.1 Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к процессам восстановления в доменной печи и формирования чугуна. Реакции восстановления железа из оксидов и их распределение по высоте доменной печи. Прямое и косвенное восстановление, оптимальное развитие их. Механизм восстановления. Показатели, характеризующие развитие восстановления. Восстановление кремния, марганца, фосфора, титана, ванадия. Науглероживание чугуна. Цифровой анализ и синтез при рассмотрении особенности выплавки ванадиевого чугуна из титаномагнетитового сырья, доменного ферромарганца и ферросилиция.</p>	6	8	8/2И	8/6И	10	<p>Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу</p>	<p>Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос</p>	ПК-1, ПК-10

<p>4.2 Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к основным технико-экономическим показателям доменной плавки и способам их улучшения. Общие принципы построения алгоритмов автоматизированного управления доменным процессом. Локальные и объединённые системы. Модели, используемые в современных системах управления ходом доменных печей. Информационные системы поддержки принятия решений. Цифровой анализ и синтез в способах переработки доменного шлака</p>	6	6	6/4И	8	<p>Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу</p>	<p>Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос</p>	ПК-1, ПК-10
<p>4.3 Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к плавлению и шлакообразованию в доменной печи. Функции шлака в доменной печи. Ход плавления и шлакообразования по высоте и сечению печи. Показатели, характеризующие свойства шлака. Управление свойствами шлака. Поступление серы в доменную печь. Поведение серы в доменной печи. Влияние различных факторов на содержание серы в чугуна. Внедоменная десульфурация. Цифровой анализ и синтез при рассмотрении возможности производства мало-сернистого чугуна.</p>	4	4	4	4,3	<p>Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу</p>	<p>Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос</p>	ПК-1, ПК-10
Итого по разделу	18	18/2И	18/10И	22,3			
Итого за семестр	34	34/6И	34/22И	38,3		экзамен	
Итого по дисциплине	68	51/14И	68/34И	56,6		курсовая работа, экзамен	ПК-1,ПК-10

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Теория, технология и автоматизация доменного процесса» используются традиционная и информационно-коммуникационная технологии.

Лекции и практические занятия проходят как в традиционной форме, так и в форме занятий с визуализацией путём использования презентаций.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ и практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Изучаемый материал усваивается в ходе семинаров, практических занятий, демонстраций на физических и математических моделях, выполнения курсовой работы и домашних заданий, ответов на тестовые вопросы. Выявляются связи между конкретным знанием и его применением.

При проведении практических занятий используется кейс-метод – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия работы доменных печей ПАО «ММК». Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, выполнить расчёты, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальных фактических показателях работы доменных печей. На практических занятиях используются компьютерные модели хода процессов в доменной печи и модели явлений доменного процесса.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к творческой проработке тем в процессе выполнения курсовой работы, индивидуальных домашних заданий, подготовки к семинарам, тестированию и к итоговой аттестации.

Следует использовать комплекс интерактивных методов обучения, включающий в себя:

- указание проблемных ситуаций в работе доменных печей с показательным решением проблемы преподавателем и без него;

- самостоятельную поисковую деятельность в решении проблем по осуществлению доменного процесса, направляемую преподавателем;

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем осуществления и корректировки доменного процесса (ПК-10), оценке рисков и определении мер по обеспечению безопасности при выплавке чугуна в доменных печах (ПК-13);

- демонстрация разных подходов к решению проблемы снижения удельного расхода кокса и повышения производительности доменных печей;

- анализ полученных результатов и отыскание границ применимости новых направлений улучшения работы доменных печей.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, владений, полученных при изучении дисциплины наряду с выявлением степени самостоятельности в их применении.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90165>

2. Ивлев, С.А. Металлургические технологии. Металлургия чёрных металлов : учебное пособие / С.А. Ивлев, М.П. Ключев. — Москва : МИСИС, 2017. — 45 с. — ISBN 978-5-906846-57-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108106> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Теория и технология доменного процесса [Электр. ресурс]: Учебное пособие - Режим доступа:

<http://www.kodges.ru/nauka/148148-teoriya-texnologiya-domennogo-prozessa.html/>

2. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Металлургические свойства железорудного сырья: Учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 150 с.

3. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Рациональное использование металлургического кокса в доменной плавке: Учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 163 с.

4. Основы металлургического производства (учебник/по общей редакцией В.М. Колокольцева). СПб: Издательство «Лань» 2017, 616 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература.

5. Сибатуллин С.К. Формирование слоя шихты в колошниковом пространстве доменной печи: Учебное пособие с грифом УМО в области металлургии. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 188 с.

6. Панишев Н.В., Сибатуллин С.К. Практикум по дисциплине «Новые процессы в металлургии». Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 107 с.

7. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Качество шихтовых материалов доменной плавки, включающих титаномагнетиты и сидериты: Учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 150 с.

8. Стефанович М.А., Сибатуллин С.К., Гуцин Д.Н. Закономерности движения шихты и газа в доменной печи. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 161 с.

9. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Использование коксового орешка на доменных печах. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 163 с.

10. Парсункин, Б. Н. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменных печах : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Т. Г. Сухоносова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 215 с. : ил., табл., схемы, граф., ди-агр., номогр., эскизы. - ISBN 978-5-9967-1208-3. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3635.pdf&show=dcatalogues/1/1524803/3635.pdf&view=true>.

в) Методические указания:

1. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Влияние уровня засыпи и газового потока на углы откоса материалов в модели колошника доменной печи. Магнитогорск:

Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 17 с.

2. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Изучение влияния вида шихтовых материалов доменной плавки и их распределения по сечению колошника на газопроницаемость. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 16 с.

3. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Изучение влияния крупности и формы материалов на их газопроницаемость. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 11 с.

4. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Прохоров И.Е., Майорова Т.В. Расчёт технических показателей доменной плавки. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 72 с.

5. Сибатуллин С.К., Макарова И.В., Насыров Т.М. Определение технических показателей доменной плавки при проектировании нового металлургического предприятия. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2014. 50 с.

6. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ причин изменения удельного расхода кокса и производительности доменной печи по производственным данным. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 18 с.

7. Сибатуллин С.К. Определение удельного расхода кокса и производительности доменной печи при изменении условий работы. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова». 2009. 14 с.

8. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ факторов, влияющих на равномерность состава шихты на колошнике доменной печи. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 17 с.

9. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ дренажной способности горна доменной печи. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 12 с.

10. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Коноплёв А.Д. Распределение материалов по окружности в колошниковом пространстве доменной печи. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 12 с.

11. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И. Распределение материалов на колошнике доменной печи при загрузке с использованием подвижных плит. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2008. 10 с.

12. Кропотов В.К., Макарова И.В., Коноплёв А.Д. Движение материалов и газов в фурменных очагах доменной печи. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2008. 6 с.

13. Кропотов В.К., Ваганов А.И., Макарова И.В. Давление шихты на жидкие продукты плавки. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2009. 6 с.

14. Дружков В.Г., Макарова И.В. Определение вертикального давления сыпучих материалов в присутствии газового потока. Изучение условий подвешивания шихты в доменных печах. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2008. 12 с.

15. Коноплёв А.Д., Макарова И.В. Изучение схода сыпучего материала через отверстие. Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2013. 6 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018

MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	http://ecsocman.hse.ru/
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	http://www.springerprotocols.com/
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	http://materials.springer.com/
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике	http://zbmath.org/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» (НП НЭИКОН)	https://archive.neicon.ru/xmlui/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: лаборатория доменного производства - специализированная мебель;
 - физические модели доменных печей; лабораторные установки для исследований процессов, протекающих в доменных печах: модель конусного загрузочного устройства, модель горна доменной печи
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
4. Учебная аудитория для выполнения курсовых работ оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
6. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
7. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся, которая предполагает выполнение практических работ.

Цикл практических работ №1. Составление аннотаций по составляющим темы «**Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к шихтовым материалам и их загрузке в печь**». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- шихтовые материалы доменной плавки: сырьевые, промывочные, формирующие гарнисаж, флюсы, кокс; химический состав, физико-механические и физико-химические свойства шихтовых материалов; требования, предъявляемые к качеству шихтовых материалов;

- движение шихтовых материалов при загрузке в печь конусным и бесконусным загрузочными устройствами; формирование слоя шихты на колошнике доменной печи; требования к распределению шихтовых материалов на колошнике; цифровой анализ и синтез при разработке управления распределением.

Цикл практических работ №2. Составление аннотаций по составляющим темы «**Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к горению топлива и теплопередаче**». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- горение топлива у фурм доменной печи, реакции горения углерода кокса, вдуваемого пылеугольного топлива, углеводородов газообразного и жидкого топлива; физическое состояние зоны горения; окисление чугуна в фурменном очаге; показатели, характеризующие горение топлива; виды топливных добавок и восстановителей, вдуваемых через фурмы для улучшения результатов доменной плавки;

- теплообмен в доменной печи; тепловые балансы; характер изменения температур по высоте и сечению доменной печи; ступени теплообмена; виды общих и зональных тепловых балансов; показатели тепловой работы доменной печи; цифровой анализ и синтез в способах расчёта удельного расхода кокса при изменении условий работы печи.

Цикл практических работ №3. Составление аннотаций по составляющим темы «**Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к движению материалов и газов в доменной печи**». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- движение материалов в доменной печи; освобождение объёма и действие вертикального давления шихты как факторов, обеспечивающих возможность непрерывного опускания шихты в доменной печи при периодическом выпуске продуктов плавки; характер движения материалов по высоте и сечению печи; время пребывания материалов в доменной печи;

- движение газов в доменной печи; потери напора газа, сопротивление шихты движению газа, подъёмная сила газового потока по высоте и сечению доменной печи; определяющие зоны по силовому взаимодействию потоков шихты и газа и их значение для работы доменной печи; цифровой анализ и синтез при рассмотрении влияния различных факторов на потери напора газа в условиях доменной печи.

Цикл практических работ №4. Составление аннотаций по составляющим темы «**Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к процессам восстановления и плавления, автоматизации, результатам доменной плавки**». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- процессы восстановления в доменной печи и формирования чугуна; реакции восстановления железа из оксидов и их распределение по высоте доменной печи; прямое и косвенное восстановление, оптимальное развитие их; механизм восстановления;

Магнитный продукт		,1	6,1	1,4	,9	,7	,69	,5	,46	,76	,053	,26	
Известня													
Зола													

5. Показатели качества кокса
6. Состав природного газа
7. Параметры дутья
8. Избыточное давление газа на колошнике
9. Простои
10. Тихий ход
11. Выполнение графика выпусков чугуна

Перечень вопросов для подготовки к устному опросу

1. Компонент газа, имеющий максимальную скорость молекулярной диффузии (варианты ответов: CO_2 , CO , H_2 , N_2 , H_2O).
2. Виды диффузии газа-восстановителя в доменной печи диффузии (варианты ответов: внешняя (обычная), молекулярная (кнудсеновская), атомная, активированная).
3. Основной механизм восстановления железа из оксидов в доменной печи (варианты ответов: адсорбционно-каталитический, дисоциационный, пароксидный, дисоциационно-адсорбционный).
4. Режим восстановления железа из оксидов по лимитирующей стадии является (варианты ответов: диффузионным; кинетическим; кинетическим при низких температурах, диффузионным при высоких температурах; диффузионным при низких температурах, кинетическим при высоких температурах).
5. Влияние повышения содержания железа в шихте на удельный расход кокса в условиях доменной печи диффузии (варианты ответов: увеличивается с ростом содержания железа в шихте до достижения предельно допустимого его уровня, а затем уменьшается; уменьшается; остается примерно постоянной; увеличивается).
6. Химический элемент или соединение, восстановление которым требует наименьшего количества тепла диффузии (варианты ответов: водород; монооксид углерода (CO); углерод).
7. В доменной печи по ходу движения газа первым восстанавливается оксид диффузии (варианты ответов: Fe_2O_3 ; FeO ; Fe_3O_4).
8. Коэффициент перехода фосфора в металл при выплавке перedельного чугуна (варианты ответов: 0,02 – 0,08; 0,2 – 0,8; 0,5 – 0,7; около 1).
9. Вид оксида MgO по влиянию на свойства шлака (варианты ответов: нейтральный; амфотерный; кислый; основной).
10. Определить степень прямого восстановления по Павлову М.А. по известным исходным данным: расход углерода на восстановление железа из FeO равен 50 кг, общее количество железа в чугуне равно 945 кг, в том числе поступившего в металлическом состоянии 10 кг.
11. Определить степень прямого восстановления по Павлову М.А. Исходные данные: количество образовавшегося CO по всем реакциям восстановления составляет $120 \text{ м}^3/\text{т}$ чугуна, в том числе по реакциям восстановления примесей чугуна $20 \text{ м}^3/\text{т}$ чугуна; количество восстановленного по всем реакциям железа 940 кг/т чугуна.
12. По реакциям прямого восстановления Fe из FeO и Si из SiO_2 образовалось 115 кг $\text{CO}/\text{т}$ чугуна. Всего восстановилось 940 кг железа, содержание Si в чугуне 0,65 %. Определить степень прямого восстановления по Павлову М.А.
13. Определить степень прямого восстановления по Павлову М.А. по известным исходным данным: количество отнятого кислорода при прямом восстановлении Fe из FeO и Si из SiO_2 - 55 кг на 1 т чугуна, общее количество восстановленного железа 940 кг/т чугуна, содержание Si в чугуне 0,65 %.

14. Определить количество фурменного газа, образовавшегося из 300 кг углерода кокса при горении его в дутье, содержащем 25% кислорода, при влажности его 1,0 %.
15. Определить состав фурменного газа, образовавшегося при горении углерода кокса в дутье, содержащем 25% кислорода, при влажности его 1,0 %.
16. Определить количество фурменного газа, образующегося из 100 м³ природного газа (в виде СН₄) при содержании кислорода в дутье 25% и влажности его 1,0 %.
17. Определить состав продуктов горения природного газа в дутье, содержащем 25% кислорода, при влажности его 1,0 % (применительно к условиям доменной плавки).
18. Определить степень использования СО в доменной печи. Состав колошникового газа: СО = 23%, СО₂ = 20%, Н₂ = 8 %.
19. Определить расход кокса на восстановление кремния в 1 тонне чугуна при содержании его 0,8%. Содержание углерода в коксе 85 %.
20. Определить расход кокса на восстановление марганца в 1 тонне передельного чугуна при содержании его 0,5%. Содержание углерода в коксе 85 %.
21. В доменную печь, выплавляющую литейный чугун, поступает 3 кг серы. Содержание серы в чугуне 0,02%. Выход шлака 300 кг/т чугуна. Определить содержание СаS в шлаке при условии перехода в это соединение всей серы шлака.
22. Определить расход кокса на восстановление фосфора при содержании его в передельном чугуне 0,08%. Содержание углерода в коксе 85 %.
23. Содержание железа в агломерате 58%, содержание железа в чугуне 94,5%. Определить расход агломерата на выплавку 1 т чугуна.
24. Расход железорудного материала, содержащего 0,15% Р₂О₅, составляет 1600 кг/т чугуна. Определить возможное содержание фосфора в передельном чугуне
25. Расход железорудных материалов, содержащих 1% МпО, составляет 1600 кг/т чугуна. Определить возможное содержание марганца в передельном чугуне.
26. Определить расход кислорода для сжигания у фурм 340 кг кокса, содержащего 85% углерода.
27. Известняк содержит 98% СаСО₃ и 1,4% SiO₂. Определить флюсующую способность его при основности шлака 1,1.
28. Шихтовые материалы вносят в доменную печь 183 кг SiO₂ и 191 кг СаО. Содержание кремния в чугуне 0,7%. Определить потребность в кварците с содержанием SiO₂ = 98 % для обеспечения основности шлака, равной 1,05.
29. Шихтовые материалы вносят в доменную печь 163 кг SiO₂. Содержание кремния в чугуне 0,6%. Выход шлака 300 кг/т чугуна. Каково содержание кремнезема в шлаке?
30. Насыпная плотность шихты 1100 кг/м³. Степень уравнивания её газовым потоком составляет 45%. Определить перепад давления газа в слое шихтовых материалов высотой 23 м.
31. Железорудная смесь в соотношении 40:60 состоит из агломерата и окатышей, содержащих 0,3 и 0,08% МпО и 58 и 65 % Fe. Определить ориентировочное содержание марганца в передельном чугуне.
32. В реакциях прямого восстановления в газ переходит кислорода 80 м³/т чугуна. Всего отнимается кислорода от оксидов 380 кг/т чугуна. Определить показатель прямого восстановления по А.Н. Рамму.
33. В реакциях прямого восстановления в газ переходит кислорода 90 кг/т чугуна, в том числе 10 кг/т чугуна при восстановлении примесей. Всего отнимается кислорода от оксидов 400 кг/т чугуна. Определить показатель прямого восстановления по А.Н. Рамму

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзаменам:

1. Основные **цифровые** показатели химического состава железорудных материалов доменной плавки.
2. Основные **цифровые** показатели пути снижения удельного расхода кокса при выплавке чугуна.

3. Основные **цифровые** характеристики материалов, используемых для “промывки” доменной печи и формирования гарнисажа на футеровке.
4. Основные **цифровые** показатели тепловой работы доменной печи.
5. Основные **цифровые** показатели физико-механических свойств материалов, используемых в доменной плавке
6. Анализ и синтез при рассмотрении изменения степени восстановления железа от фурм до колошника.
7. Основные **цифровые** показатели качества кокса.
8. Анализ и синтез при рассмотрении влияние основности шлака на его свойства
9. Осуществление и корректировка технологического процесса с использованием показателей качества кокса CSR и CRI.
10. Осуществление и корректировка технологические процессы на основе цифровой информации, характеризующей поведение серы по высоте доменной печи.
11. Показатели, характеризующие современные требования к качеству железорудного сырья.
12. Реакции перехода серы в шлак при выплавке чугуна в доменной печи.
13. Формирование слоя шихты на колошнике доменной печи.
14. Производство шлаковой пемзы.
15. Матрица загрузки материалов лотковым загрузочным устройством.
16. Показатели, характеризующие температуру плавления шлака.
17. Контроль распределения материалов по окружности и сечению доменной печи.
18. Плавление и шлакообразование по высоте доменной печи.
19. Управление распределением материалов по сечению доменной печи с двухконусным засыпным аппаратом.
20. Распределение реакций восстановления оксидов железа и примесей чугуна по высоте доменной печи.
21. Влияние скорости газа на потери напора его при движении через слой сыпучего материала.
22. Термодинамика восстановления железа монооксидом углерода. Диаграмма предельной степени использования CO.
23. Осуществление и корректировка технологического процесса по влиянию распределения железорудного сырья и кокса по радиусу печи на потери напора газа.
24. Осуществление и корректировка технологического процесса при работе на сырье, имеющем повышенном содержание TiO_2 .
25. Цифровой анализ и синтез при рассмотрении влияния смешивания железорудного сырья и кокса на потери напора газа.
26. Термодинамика восстановления водородом. Диаграмма предельной степени использования водорода.
27. Влияние отсева мелочи из железорудного сырья на потери напора газа.
28. Механизм восстановления железа из оксидов.
29. Влияние содержания железа в сырье на скорость восстановления.
30. Механизм поступления кокса в зону горения.
31. Влияние крупности агломерата и окатышей на скорость восстановления.
32. Определяющие по газодинамике зоны доменной печи.
33. Влияние расхода газа-восстановителя на скорость восстановления железа из оксидов.
34. Виды зональных тепловых балансов и их характеристика.
35. Влияние температуры на скорость восстановления в кинетическом и диффузионном режимах протекания процесса.
36. Виды общих тепловых балансов и их характеристика.
37. Цифровой анализ и синтез при рассмотрении виды топливных добавок.
38. Характер движения материалов по высоте и сечению доменной печи

39. Влияние вида оксида и способа подготовки сырья на скорость восстановления железа.
40. Виды диффузии газов в условиях доменной плавки.
41. Сущность расчёта удельного расхода кокса по тепловому балансу нижней зоны доменной печи.
42. Влияние содержаний MgO и Al₂O₃ на свойства шлака.
43. Преимущества и недостатки прямого и косвенного восстановления железа из оксидов.
44. Особенности выплавки ванадиевого чугуна.
45. Реакции горения в доменной печи.
46. Потери напора газа, коэффициент сопротивления шихты и динамический напор газа по высоте доменной печи.
47. Цифровой анализ и синтез при рассмотрении температуры и теплоёмкости потоков шихты и газа по высоте и сечению доменной печи.
48. Осуществление и корректировка технологического процесса по показателям, характеризующим горение топлива у фурм доменной печи.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-10 - способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке		
Знать	- основные определения и понятия, используемые при осуществлении и корректировке технологии на основе цифрового анализа и управления высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к доменному процессу	<p>Теоретические вопросы к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные цифровые показатели химического состава железорудных материалов доменной плавки. 2. Основные цифровые показатели пути снижения удельного расхода кокса при выплавке чугуна. 3. Основные цифровые характеристики материалов, используемых для “промывки” доменной печи и формирования гарнисажа на футеровке. 4. Основные цифровые показатели тепловой работы доменной печи. 5. Основные цифровые показатели физико-механических свойств материалов, используемых в доменной плавке 6. Анализ и синтез при рассмотрении изменения степени восстановления железа от фурм до колошника. 7. Основные цифровые показатели качества кокса. 8. Анализ и синтез при рассмотрении влияние основности шлака на его свойства 9. Осуществление и корректировка технологического процесса с использованием показателей качества кокса CSR и CRI. 10. Осуществление и корректировка технологические процессы на основе цифровой информации, характеризующей поведение серы по высоте доменной печи. 11. Показатели, характеризующие современные требования к качеству железорудного сырья. 12. Реакции перехода серы в шлак при выплавке чугуна в доменной печи. 13. Формирование слоя шихты на колошнике доменной печи. 14. Производство шлаковой пемзы. 15. Матрица загрузки материалов лотковым загрузочным устройством.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>16. Показатели, характеризующие температуру плавления шлака.</p> <p>17. Контроль распределения материалов по окружности и сечению доменной печи.</p> <p>18. Плавление и шлакообразование по высоте доменной печи.</p> <p>19. Управление распределением материалов по сечению доменной печи с двухконусным засыпным аппаратом.</p> <p>20. Распределение реакций восстановления оксидов железа и примесей чугуна по высоте доменной печи.</p> <p>21. Влияние скорости газа на потери напора его при движении через слой сыпучего материала.</p> <p>22. Термодинамика восстановления железа монооксидом углерода. Диаграмма предельной степени использования CO.</p> <p>23. Осуществление и корректировка технологического процесса по влиянию распределения железорудного сырья и кокса по радиусу печи на потери напора газа.</p> <p>24. Осуществление и корректировка технологического процесса при работе на сырье, имеющем повышенном содержании TiO₂.</p>
Уметь	<p>- познавать наиболее значимые составляющие осуществления и корректировки технологии на основе цифрового анализа и управления высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к доменному процессу</p>	<p><i>Примерные практические задания:</i></p> <p>Провести обзор литературы по заданной тематике.</p> <p>Составить аннотации по выявленным источникам</p> <p>Выявить ключевые слова в выявленных источниках</p> <p>Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.</p>
Владеть	<p>- основными приёмами и методами использования цифрового анализа и управления высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к доменному</p>	<p><i>Задание на решение задачи:</i></p> <p>По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт изменения удельного расхода кокса при выплавке чугуна с пониженным содержанием серы.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	процессу	
ПК-1 - способность к анализу и синтезу		
Знать	- основные понятия, используемые при цифровом анализе и синтезе в теории, технологии и автоматизации доменного процесса	<p>Теоретические вопросы к экзамену:</p> <p>25. Цифровой анализ и синтез при рассмотрении влияния смешивания железорудного сырья и кокса на потери напора газа.</p> <p>26. Термодинамика восстановления водородом. Диаграмма предельной степени использования водорода.</p> <p>27. Влияние отсева мелочи из железорудного сырья на потери напора газа.</p> <p>28. Механизм восстановления железа из оксидов.</p> <p>29. Влияние содержания железа в сырье на скорость восстановления.</p> <p>30. Механизм поступления кокса в зону горения.</p> <p>31. Влияние крупности агломерата и окатышей на скорость восстановления.</p> <p>32. Определяющие по газодинамике зоны доменной печи.</p> <p>33. Влияние расхода газа-восстановителя на скорость восстановления железа из оксидов.</p> <p>34. Виды зональных тепловых балансов и их характеристика.</p> <p>35. Влияние температуры на скорость восстановления в кинетическом и диффузионном режимах протекания процесса.</p> <p>36. Виды общих тепловых балансов и их характеристика.</p> <p>37. Цифровой анализ и синтез при рассмотрении виды топливных добавок.</p> <p>38. Характер движения материалов по высоте и сечению доменной печи</p> <p>39. Влияние вида оксида и способа подготовки сырья на скорость восстановления железа.</p> <p>40. Виды диффузии газов в условиях доменной плавки.</p> <p>41. Сущность расчёта удельного расхода кокса по тепловому балансу нижней зоны доменной печи.</p> <p>42. Влияние содержаний MgO и Al₂O₃ на свойства шлака.</p> <p>43. Преимущества и недостатки прямого и косвенного восстановления железа из</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		оксидов. 44. Особенности выплавки ванадиевого чугуна. 45. Реакции горения в доменной печи. 46. Потери напора газа, коэффициент сопротивления шихты и динамический напор газа по высоте доменной печи. 47. Цифровой анализ и синтез при рассмотрении температуры и теплоёмкости потоков шихты и газа по высоте и сечению доменной печи. 48. Осуществление и корректировка технологического процесса по показателям, характеризующим горение топлива у фурм доменной печи.
Уметь	- познавать наиболее значимые составляющие цифрового анализа и синтеза в теории, технологии и автоматизации доменного процесса	<i>Примерные практические задания:</i> Провести обзор литературы по заданной тематике. Составить аннотации по выявленным источникам Выявить ключевые слова в выявленных источниках Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.
Владеть	- основными приемами и методами цифрового анализа и синтеза в теории, технологии и автоматизации доменного процесса	<i>Задание на решение задачи:</i> По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт уменьшения удельного расхода кокса снижением содержания фосфора в чугуне

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория, технология и автоматизация доменного процесса» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений; проводится в форме экзаменов.

Экзамены по данной дисциплине проводятся в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает два теоретических вопроса и одно практическое задание в виде задачи.

Вопросы на экзамены берутся из теоретических вопросов к экзамену, задачи берутся из перечня, выполненных на практических занятиях. При сдаче экзамена обучающийся должен продемонстрировать умения и владения по технологии доменной плавки, знания по вопросам теории доменного процесса в соответствии с заданными компетенциями.

Показатели и критерии оценивания экзаменов:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении дисциплины «Теория, технология и автоматизация доменного процесса». При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать способностью к анализу и синтезу (ПК-1); способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материаловедении (ПК-10).

В процессе написания курсовой работы обучающемуся необходимо проиллюстрировать **цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов.**

Показатели и критерии оценивания курсовой работы:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.