



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

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ДОМЕННОГО ПРОЦЕССА

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Технология производства и обработки черных металлов и сплавов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

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

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Металлургии и химических технологий
29.01.2025, протокол № 5

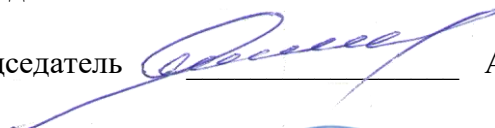
Зав. кафедрой



А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

ст. препод. кафедры МиХТ, канд. техн. наук



Харченко Е.О.

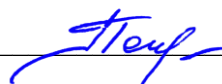
зав. каф. кафедры МиХТ, д-р техн. наук



А.С. Харченко

Рецензент:

доцент кафедры ЛПиМ, канд. техн. наук



М. Г. Потапов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 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 2027 - 2028 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 2028 - 2029 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 2029 - 2030 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 материалообработке, готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория и технология доменного процесса входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Физика

Физическая химия

Физическая химия пирометаллургических процессов

Общая и неорганическая химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Эксплуатация доменных печей

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен выполнять технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке
ПК-1.1	Осуществляет технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 168,9 акад. часов;
- аудиторная – 162 акад. часов;
- внеаудиторная – 6,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 83,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен, курсовая работа

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	4	4	4	6	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-1.1
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		4	2	6	7	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-1.1

анализ и синтез при формулировании требования к распределению шихтовых материалов на колошнике и управлении распределением.								
Итого по разделу		8	6	10	13			
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	5	2	4	7	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-1.1
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.		6	6	3	22	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-1.1
Итого по разделу		11	8	7	29			
3. Движение материалов и газов в доменной печи								

3.1 Цифровой анализ и управление высокoeffективными 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	5	14	4	2	11,2	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-1.1
3.2 Цифровой анализ и управление высокoeffективными 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.		12		4,5	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-1.1
Итого по разделу		26	4	6,5	19,2			
4. Процессы восстановления и плавления, автоматизация, результаты доменной плавки								
4.1 Цифровой анализ и управление высокoeffективными пиротехнологиями получения материалов применительно к процессам восстановления в	5	12		3,5	10,8	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме.	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1

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.						Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу		
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	5	8		20	7,4	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-1.1
4.3 Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов применительно к плавлению и шлакообразованию в доменной печи. Функции шлака в доменной печи.		7		25	4	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям.	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1

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.						Подготовка к устному опросу		
Итого по разделу	27		48,5	22,2				
Итого за семестр	72	18	72	83,4		экзамен,кр		
Итого по дисциплине	72	18	72	83,4		экзамен, курсовая работа		

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Теория и технология 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, демонстрации 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 кон-тексте 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 используется 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, оценке рисков и определении мер по обеспечению безопасности при выплавке чугуна в доменных печах;
- 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

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>

б) Дополнительная литература:

1. Жидкофазные и твёрдофазные процессы получения чёрных и цветных металлов: учебное пособие [для вузов] / А. С. Харченко, С. К. Сибгатуллин, И. В. Макарова [и др.] ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2022. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20275> .
2. Сибгатуллин 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. Сибгатуллин 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. Сибгатуллин 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., Сибгатуллин С.К. Практикум по дисциплине «Новые процессы в металлургии». Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 107 с.
7. Сибгатуллин 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., Сибгатуллин 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. Сибгатуллин 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 процессов 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://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2196> .

в) Методические указания:

1. Сибгатуллин 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 до-менной 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 домен-ной печи при загрузке с использованием подвижных плит. Магнитогорск: Издатель-ский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2008. 10 с.

12. Кропотов В.К., Макарова И.В., Коноплёв А.Д. Движение материалов и газов в фур-менных 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 мате-риалов в присутствии газового потока. Изучение условий подвисяния шихты в домен-ных 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
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL:https://elibrary.ru/project_risc.asp
Российская Государственная библиотека. КATALOGI	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

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 «Шихтовые материалы и их загрузка 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, физико-химические и тепловые 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; управление распределением.

Цикл практических работ №2. Составление аннотаций по составляющим темы «Образование и движение газов в доменной печи, движение шихты и её нагрев». 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; способы расчёта удельного расхода кокса при изменении условий работы печи.

- 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; влияние различных факторов на потери напора газа в условиях доменной печи.

Цикл практических работ №3. Составление аннотаций по составляющим темы «Восстановление, плавление, формирование чугуна и шлака». 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; показатели, характеризующие развитие восстановления; восстановление кремния, марганца, фосфора, титана, ванадия; науглероживание чугуна; особенности выплавки ванадиевого чугуна из титаномagnetитового сырья, доменного ферромарганца и ферросилиция

- плавление и шлакообразование 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 чугуне; внедоменная десульфурация; возможности производства малосернистого чугуна.

- основные технико-экономические показатели доменной плавки и способы 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; способы переработки доменного шлака.

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 пердедельного 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).

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзаменам:

1. Основные показатели химического состава железорудных материалов доменной плавки.
2. Основные пути снижения удельного расхода кокса при выплавке чугуна.
3. Виды материалов, используемых для “промывки” доменной печи и формирования гарнисажа на футеровке.
4. Основные показатели тепловой работы доменной печи.
5. Физико-механические свойства материалов, используемых в доменной плавке

6. Показатели качества кокса.
7. Влияние основности шлака на его свойства
8. Поведение серы по высоте доменной печи.
9. Показатели, характеризующие современные требования к качеству железорудного сырья.
10. Реакции перехода серы в шлак при выплавке чугуна в доменной печи.
11. Формирование слоя шихты на колошнике доменной печи.
12. Матрица загрузки материалов лотковым загрузочным устройством.
13. Показатели, характеризующие температуру плавления шлака.
14. Контроль распределения материалов по окружности и сечению доменной печи.
15. Плавление и шлакообразование по высоте доменной печи.
16. Управление распределением материалов по сечению доменной печи с двухконусным засыпным аппаратом.
17. Управление распределением материалов по сечению доменной печи с лотковым загрузочным устройством.
18. Распределение реакций восстановления оксидов железа и примесей чугуна по высоте доменной печи.
19. Виды общих тепловых балансов и их характеристика.
20. Виды топливных добавок.
21. Характер движения материалов по высоте и сечению доменной печи
22. Реакции горения в доменной печи.
23. Температуры и теплоёмкости потоков шихты и газа по высоте и сечению 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-1 - Способен выполнять технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке		
ПК-1.1: Осуществляет технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке	Теоретические вопросы к экзамену: 1. Основные показатели химического состава железорудных материалов доменной плавки. 2. Основные пути снижения удельного расхода кокса при выплавке чугуна. 3. Виды материалов, используемых для “промывки” доменной печи и формирования гарнисажа на футеровке. 4. Основные показатели тепловой работы доменной печи. 5. Физико-механические свойства материалов, используемых в доменной плавке 6. Показатели качества кокса. 7. Влияние основности шлака на его свойства 8. Поведение серы по высоте доменной печи. 9. Показатели, характеризующие современные требования к качеству железорудного сырья. 10. Реакции перехода серы в шлак при выплавке чугуна в доменной печи.	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		11. Формирование слоя шихты на колошнике доменной печи. 12. Матрица загрузки материалов лотковым загрузочным устройством.
		<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.
		<i>Задание на решение задачи:</i> По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт уменьшения удельного расхода кокса

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория и технология доменного процесса» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений; проводится в форме зачёта с оценкой и 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 экзамен берутся из теоретических вопросов к экзамену, задачи берутся из перечня, выполненных на практических занятиях. При сдаче экзамена обучающийся должен продемонстрировать умения и владения по способности выполнять технологические операции по получению чугуна с дальнейшим переделом его в сталь согласно установленным компетенциям.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– 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 и технология доменного процесса».

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.