

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
СТИ НИТУ «МИСИС»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от «24» июня 2025 г.
протокол № 26

Рабочая программа дисциплины

Физико-химические расчеты восстановительных процессов

Закреплена за кафедрой	Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой
Направление подготовки	22.04.02 Металлургия
Профиль	Прогрессивные металлургические технологии -27.105- Технология производства металлургического сырья
Квалификация	Магистр
Форма обучения	<u>Очная</u>
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ

Часов по учебному плану 72
в том числе:

Формы контроля в семестрах:
Зачет 2

аудиторные занятия	<u>34</u>
самостоятельная работа	<u>38</u>
часов на контроль	<u>0</u>

Распределение часов дисциплины по семестрам


Семестр	2		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические занятия	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	38	38	38	38
Итого:	72	72	72	72

Год набора 2025г

Старый Оскол
2025 г

Программу составил(и):
профессор, кандидат технических наук, доцент
Тимофеева Анна Стефановна

Должность, уч. ст., уч. зв. ФПО полностью



подпись

Рабочая программа дисциплины

Физико-химические расчеты восстановительных процессов

наименование

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура,

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy (уровень магистратуры) (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2025 года набора:

22.4.02 Metallurgy

Профиль: Прогрессивные металлургические технологии, 27.105-Производство железорудных окатышей утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСиС» 24.06.2025. протокол №26.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

наименование кафедры

Протокол от «05 » июня 2025 г. №8

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой

аббревиатура наименования кафедры

«05» июня 2025 г.



подпись

А.В. Сазонов

И.О. Фамилия

Руководитель ОПОП ВО

зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой, кандидат
технических наук, доцент

должность, уч. ст., уч. зв.

«05» июня 2025 г.



подпись

А.В. Сазонов

И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Подготовка обучающихся в области расчета восстановительных процессов при прямом получении железа, , умению применять теоретические знания для инженерных расчетов реального производства.	
Задачи дисциплины:	
- научить обучающихся анализировать особенности получения металлизированного продукта;	
-научить пользоваться теоретическими знаниями при расчетах восстановительных процессов при производства металлизированного сырья	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1.	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.1.2	Теплофизика получения окисленных окатышей
2.1.3	Современные процессы бескоксовой металлургии
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Процессы вторичного окисления железа
2.2.2	Научно-исследовательская работа
2.2.3	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы, включая, подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии	
Знать:	ОПК-1-31 Факторы, влияющие на получение качественных металлизированных окатышей;
Уметь:	ОПК-1-У1 Выделять основные преимущества, недостатки и перспективы технологии производства металлизированных окатышей;
Владеть:	ОПК-1-В1 Фундаментальными знаниями в области металлургии и применять их при расчетах получения металлизированных окатышей.
ПК-1: Анализ и совершенствование металлургических процессов	
Знать:	ПК-1-31 Технологию производства металлизированного продукта;
Уметь:	ПК-1-У1 Анализировать влияние различных факторов на получение качественного металлизированного продукта и результатов восстановления
Владеть:	ПК-1-В1 Расчетными и экспериментальными методами получения металлизированного продукта
ПК-2: Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	
Знать:	ПК-2-31 Методы и средства планирования и организации исследований и разработок
Уметь:	ПК-2-У1 Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
Владеть:	ПК-2-В1 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований
УК- 1	
Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий	
Знать:	УК-1-31 Хорошо технологию производства металлизированного продукта и анализировать процессы получения его, сравнивать процессы получения в российской и зарубежной литературе
Уметь:	УК-1-У1 хорошо пользоваться экспериментальными и вычислительными методами восстановительных процессов
Владеть:	УК-1-В1 Методами выбора необходимых решений в проекте .

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Технология производства металлizedованного продукта.Характеристика железа прямого восстановления					
1.1	Практические занятия Расчет характеристик прямого восстановления железа Самостоятельная работа: - Изучение литературы: «Получение металлizedованных окатышей. Их характеристики и свойства» - Подготовка к ПЗ - Подготовка к КР№1 - Подготовка реферата	2	6 3 2 2	УК-1-У1 УК-1-З1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-З1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л.2.1 Л.3.1	
1.2	Практические занятия Расчет основных параметров металлizedованного сырья -Изучение литературы Основные характеристики металлizedованного сырья и их расчет -Подготовка к ПЗ	2	8 10 4	УК-1-У1 УК-1-З1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-З1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л.2.1 Л.3.1	
	Раздел 2 Расчет реакций прямого восстановления железа					
2.1	Практические занятия Расчет реакции, происходящих в печи металлization и их тепловые эффекты Самостоятельная работа: - Изучение литературы «Технология получения металлizedованного продукта» -влияние тепловых эффектов на металлization - Подготовка к практическим занятиям - Подготовка к контрольной работе №2	2	6 3 4 2	УК-1-У1 УК-1-З1 УК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-З1 ПК-1-В1	Л.1.1 Л.1.2 Л.2.1 Л.3.1	
3	Раздел 3 Расчеты материального и теплового баланса при прямом восстановлении железа					
3.1	Практические занятия Расчет балансов в восстановительной зоне печи Самостоятельная работа: -- Изучение литературы: «Основные теплофизические законы, применяющиеся для расчета теплового баланса печи металлization»	2	8 8	ОПК-1-У1 ОПК-1-З1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-З1 ПК-2-В1	Л.1.1 Л.2.1 Л.3.1	

	- Подготовка к ПЗ - Подготовка к контрольной работе №3		3 2			
	Раздел 4 Определение состава и температуры восстановительного газа					
4.1	Практические занятия Расчет температуры восстановительного газа по высоте восстановительной зоны -- Изучение литературы: «Основные теплофизические законы, применяющиеся для различных видов теплопередач»	2	6 5	УК-1-У1 УК-1-31 УК-1-В1 ПК-1-В1 ПК-2-В1	Л.1.1 Л.1.2 Л.1.3 Л.2.1 Л.3.1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Экзамен (зачет с оценкой) не предусмотрен.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В семестре 2 по курсу предусмотрен зачет. Возможна простановка зачета на основе результатов текущей аттестации в течение семестра. В2 семестре предусмотрены:

В семестре 2 по курсу предусмотрено 3 контрольных работы:

1) Контрольная работа № 1 по материалам занятий раздела 1 :(УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ОПК-1-У1, ОПК-1-31, ОПК-1-В1).

Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе:

- 1.Схема производства металлизированных окатышей
- 2.Требования к шихте для прямого восстановления железа
- 3.Производство железа прямого восстановления в процессах Мидрекс и Хилл-3.
- 4.Расчет степени металлизации, железа металлического, степени восстановления железа, восстановительной способности газа.
5. Получение ГБЖ

2)Контрольная работа № 2 по материалам занятий раздела 2 (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ПК-2-У1,ПК-2-31,ПК-2-В1).

Перечень вопросов к контрольной работе №2

- 1 Реакции, происходящие в печи металлизации и их тепловые эффекты
3. Тепловые эффекты реакций при стандартных условиях и отличных от стандартных..
4. Факторы, влияющие на металлургические свойства металлизированного продукта

3) Контрольная работа № 3 по материалам занятий раздела 3 (ОПК-1-У1 ОПК-1-31, ОПК-1-В1,УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1).

- 1.Тепловой баланс печи металлизации
- 2.Статьи прихода в тепловом балансе и как они определяются.
- 3.Статьи расхода в тепловом балансе печи металлизации.
- 4.Теплофизические параметры окатышей, влияющие на их качество. и расхода
- 4 Требования к металлизированному сырью..

Практические занятия

1 раздел. Технология производства металлизированного продукта

1. Восстановление железа
2. Реакции, происходящие в печи металлизации и их тепловые эффекты
3. Тепловые эффекты реакций при стандартных условиях и отличных от стандартных..
4. Факторы, влияющие на металлургические свойства металлизированного продукта Устройство и работа печи процесса ХИЛ: подготовка сырья к металлизации и требования к нему, размеры печи, зоны, температуры, расходы, производительность, степень восстановления, восстановительная способность газа, химсостав металлизированного сырья.
4. Параметры печи и характеристики сырья и полученного продукта
5. Температура в печах восстановления и по зонам. Влияние температуры на процесс прямого восстановления железа.
6. Расчет степени металлизации, железа металлического, степени восстановления железа, восстановительной способности газа.

Решение задач. Подготовка к контрольной работе по Л.1.2.Задачи по определению степени металлизации, содержания железа металлического, восстановительной способности газа.

2 Раздел. Расчет реакций прямого восстановления железа

1. Реакции, происходящие в печи металлизации и их тепловые эффекты
2. Тепловые эффекты реакций при стандартных условиях и отличных от стандартных..
3. Факторы, влияющие на металлургические свойства металлизированного продукта
- 4.Решение задач. Подготовка к контрольной работе по Л.1.2.Задачи № 1с.88-стр 59-72 Л.2.1реакции 1-3,5-7 стр.251.

3 Раздел. Тепловой и материальный балансы печей прямого восстановления железа.

1. Процессы получения ГБЖ и требования к нему. Проблемы, возникающие при получении ГБЖ и их устранение.
2. Факторы, влияющие на металлургические свойства ГБЖ
- 3 . Материальный и тепловой балансы процесса прямого восстановления железа
4. Решение задач по Л.1.1.2 Задачи для самостоятельного решения № 1,2стр.71-72.

4 Раздел. Определение состава и температуры восстановительного газа

- 1.Расчет теплообмена в восстановительной зоне на основе радиационного теплообмена
2. Расчет теплообмена в зоне восстановления на основе конвективного теплообмена
3. Влияние видов теплообмена на температуру восстановительного газа по высоте восстановительной зоны
4. Решение задач Л. 1.1задача 1 и 2 стр.89-90

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины

Обучающийся получает зачет при своевременном и правильном выполнении всех видов работ, предусмотренных текущей аттестацией по дисциплине. Методика оценки знаний, умений и навыков

1. Практические занятия

Зачтено: Обучающийся освоил все вопросы, рассматриваемые на практических занятиях, были оформлены конспекты по все вопросам и принимал активное участие в беседах по вопросам на занятиях, применяет свои знания при решении задач. .

Не зачтено: студент не был готов к большинству практических занятий (не представил конспекты по занятиям, не участвовал, или участвовал, но при этом допускал много ошибок по рассматриваемым вопросам и при решении задач).

2. Успешное написание 3 контрольных работ

Зачтено: вопросы, предложенные студенту на контрольной работе раскрыты в полном объеме, решена задача

Не зачтено: студент не понимает сущности излагаемого вопроса, допускает грубые ошибки при ответе, дает неполные ответы, нерешенная задача.

3. Защита домашнего задания

Зачтено: обучающийся показывает достаточно глубокие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных умений на практике, владеет математическим аппаратом, демонстрирует пользование компьютером как средством обработки информационных массивов; при наличии ошибок уверенно исправляет их после дополнительных и наводящих по первому заданию представлен доклад, освещающий достаточно полно тему;

-по второму домашнему заданию студент показывает глубокое знание материала, защитил решенные задачи и ответил на вопросы, представленные в домашнем задании для каждого варианта.

Не зачтено: если хотя бы одно задание не выполнено, или выполнены неправильно, обучающийся не понимает сути вопроса и дает неверные ответы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	А.С. Тимофеева Т.В. Никитченко В.В. Федина А.А. Шевченко	Теплофизика получения металлизированного продукта: учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС» 50экз	Старый Оскол : "ТНТ", 2018г.- 201с.
Л 1.2	А.С. Тимофеева	Физико-химические основы рефор-	НТБ СТИ НИТУ	Старый Оскол :

	Т.В. Никитченко Е.С. Тимофеев В.В. Федина	минга газов: учебное пособие	«МИСиС»- 20экз.	"ТНТ", 2019г.- 156с.
Л.1.3	А.С. Тимофеева Е.С. Тимофеев	Теплофизические особенности производства окисленных окатышей и металлизированного продукта: учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС» 20экз.	Старый Оскол : "ТНТ", 2015г- 136с.

6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	А.С.Тимофеева В. В.Федина	Справочник теплофизика-металлурга:уч. пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол:Из-во кпц «РОСА»2008-280с.-50экз..

6.1.3 Методические разработки

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л.3.1	А.С. Тимофеева В.В. Федина	Теплофизика получения окисленных окатышей и металлизированного продукта : учебное пособие для вып. курсовой работы для магистрантов, обучающихся по напр. 22.04.02	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС» Электронный доступ	Старый Оскол : СТИ НИТУ МИ- СиС, 2017.-41с.

6.3. Перечень программного обеспечения

П 1	Microsoft Windows,
П 2	Microsoft Office.
П 3	LMS Canvas (приказ НИТУ «МИСиС» № 387о.в. от 05.06.2018 г. «О применении в учебном процессе ЭИОС»)
П 4	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И 1	Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И 2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И 3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И7	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И8	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1	Аудитория № 308 Лаборатория технической термодинамики и механики газов Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест персональный компьютер ПЭВМ "ХОПЕР", проектор для презентаций EB-460. Программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса.
7.2	Аудитория № 313 Лаборатория экстракции черных металлов из природного и техногенного сырья Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, электропечь ТК.27.1550.3Ф, печь муфельная «SNOL 7,2/1300, печь муфельная «SNOL 7,2/1100, установка для определения реакционной способности металлизированных окатышей,

	лабораторные электронные весы EK6100i, анализатор кислорода портативный многофункциональный АКПМ-1-02, мультиметр Mastech MS 8209, термометр электронный HANNA HI 93530, измеритель температуры цифровой высокоточный IT-8, термометр электронный TM-902C (-50° +1300°C)
7.2	Аудитория № 306 Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, рабочая станция Core i3-4130 – 4 шт, рабочая станция HP Z420 – 8 шт, проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032. Программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса. AutoCAD 2020 В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины "Теплофизика получения окисленных окатышей" обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.
3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
4. Отчеты по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.
5. Активно работать с научными базами в сети Интернет.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.

Для подготовки к каждому семинару заранее выдаются тема и вопросы, которые необходимо магистрантам подготовить дома. Студенты готовят рефераты, касающиеся вопросов, рассматриваемых на занятиях. Рефераты готовятся более углубленно по каждому вопросу. при этом каждый студент заранее представляет на проверку реферат и презентацию к нему. А затем после одобрения защищает его на практическом занятии, как бы подводя итог.

Материал для подготовки представлен в учебных пособиях по этой дисциплине в Л.1.1.;Л.1.2;Л.2.1.