

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 «22» июня 2020 г.  
протокол № 23

**Рабочая программа дисциплины**

**Теплофизика получения окисленных окатышей и  
металлизированного продукта/  
Теплофизика получения металлизированного продукта**

Закреплена за кафедрой **Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой**  
Направление подготовки 22.04.02 Металлургия  
Профиль Прогрессивные металлургические технологии  
Квалификация **Магистр**  
Форма обучения **Очная**  
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108  
в том числе:  
  
аудиторные занятия 34  
самостоятельная работа 74  
часов на контроль \_\_\_\_\_

Формы контроля в семестрах:  
  
Зачет 2  
Курсовая работа 2

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	2		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Вид занятий				
Лабораторные работы	17	17	17	17
Практические занятия	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого:	108	108	108	108

Год набора 2019.  
В редакции 2020 г.

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

Должность, уч. ст., уч. зв. ФИО полностью



подпись

Рабочая программа дисциплины

**Теплофизика получения металлизированного продукта**

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 (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2019 года набора:

22.4.02 Metallurgy

Профиль: Прогрессивные металлургические технологии, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСиС»  
22.06.2020. протокол №23.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

наименование кафедры

Протокол от «11» июня 2020 г. № 06/20

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой

аббревиатура наименования кафедры



подпись

А.А. Кожухов

И.О. Фамилия

«11» июня 2020 г.

Руководитель ОПОП ВО  
заведующий кафедрой ММ им. С.П. Угаровой,  
доктор технических наук, доцент

должность, уч. ст., уч. зв.



подпись

А. А. Кожухов

И.О. Фамилия

«11» июня 2020 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Подготовка обучающихся в области теплофизики получения металлизированного продукта, формирование у обучающихся способности к анализу теплофизических особенностей производства металлизированного продукта, умению применять теоретические знания для инженерных расчетов реального производства.	
Задачи дисциплины:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- научить обучающихся анализировать теплофизические особенности получения металлизированного продукта;</li> <li>- научить пользоваться теоретическими знаниями при расчетах теплофизических процессов производства металлизированного продукта;</li> <li>- научить измерять теплофизические параметры металлизированного продукта при процессе его производства</li> </ul>	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1.	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.1.2	Теплофизика получения окисленных окатышей
2.1.3	Современные процессы бескоксовой металлургии
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Процессы вторичного окисления железа
2.2.2	Научно-исследовательская работа 3
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	
<b>УК-4: Способен:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- находить и получать необходимые данные об объекте исследования;</li> <li>- осуществлять поиск литературы, критически использовать базы данных и другие источники информации;</li> <li>- осуществлять моделирование объектов и процессов, а также исследовать применение новейших технологий</li> </ul>	
Знать:	УК-4-31 Источники информации о производстве металлизированного продукта;
Уметь:	УК-4-У1 Применять базы данных и источники информации критически подходя к ним;
Владеть:	УК-4-В1 Умением моделирования получения металлизированного продукта.
<b>УК-7: Способен:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать различные методы эффективного общения, формулировать выводы, используя знания и обобщения, в профессиональной сфере;</li> <li>- работать в национальной и международной команде в качестве члена или руководителя команды;</li> <li>- организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</li> </ul>	
Знать:	УК-7- 31 Принципы работы в команде по достижению поставленной цели;
Уметь:	УК-7- У1 Формулировать выводы, используя полученные знания;
Владеть:	УК-7- В1 Методами эффективного общения в команде, организовывать работу команды.
<b>УК-9: Способен:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и профессиональный уровень в течение всей жизни;</li> <li>- определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни</li> </ul>	
Знать:	УК-9-31 Способы совершенствования собственной деятельности;
Уметь:	УК-9-У1 Развивать свой интеллектуальный и профессиональный уровень в течение всей жизни;
Владеть:	УК-9-В1 Способами совершенствования собственной деятельности на основе самооценки.
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии</b>	
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.
<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научно-исследовательской деятельности</b>	
Знать:	ОПК-4-31 Технологию производства металлизированного продукта;
Уметь:	ОПК-4-У1 Анализировать влияние различных факторов на получение качественного металлизированного продукта ;
Владеть:	ОПК-4-В1 Расчетными и экспериментальными методами получения металлизированного продукта



3.1	<b>Практические занятия</b> Составление товарного и технологического баланса железа при прямом восстановлении в шахтных печах <b>Самостоятельная работа:</b> - Выполнение 3 части курсовой работы - Изучение литературы: «Основные теплофизические законы, применяющиеся для расчета теплового баланса печи металлизации» - Подготовка к ПЗ - Подготовка к контрольной работе №3	2	<b>6</b>  <b>21</b> 12 2  2  3 2	ОПК-4-В1 ОПК-4-У1 ОПК-1-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 УК-7-31 УК-7-У1 УК-7-В1 УК-9-31 УК-9-У1 УК-9-В1 ОПК-4-31	Л.1.1 Л.1.2 Л.2.1 Л.3.1	
3.2	<b>Лабораторная работа №3</b> Исследование брикетирования дисперсного материала  <b>Самостоятельная работа:</b> - Подготовка к ЛР	2	<b>6</b>  <b>3</b> 3	ПК-2-У1, ПК-2-31, ПК-2-В1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-7-31 УК-7-У1 УК-7-В1	Л.1.1 Л.1.2 Л.2.1 Л.3.2	

## 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.

В семестре 2 по курсу предусмотрено 3 контрольные работы:

**1) Контрольная работа № 1 по материалам занятий раздела 1 (УК-4-У1; УК-4-31; УК-4-В1; ПК-2-У1; ПК-2-31).**

*Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе №1:*

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. Реакции, происходящие при прямом восстановлении железа в твердофазных печах с газовым восстановителем.
5. Получение ГБЖ.

**2) Контрольная работа № 2 по материалам занятий раздела 2 (УК-4-У1; УК-4-31; УК-4-В1; ПК-2-В1; ПК-2-31).**

*Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе №2*

1. Получение металлизированного продукта в процессах Мирекс и Хилл-3. Отличие процессов.
2. Реакции, происходящие в печи металлизации и их тепловые эффекты.
3. Тепловые процессы в печи прямого восстановления железа.
4. Факторы, влияющие на металлургические свойства металлизированного продукта.

**3) Контрольная работа № 3 по материалам занятий раздела 3 (УК-4-У1; УК-4-31; УК-4-В1; ПК-2-У1; ПК-2-31; ПК-2-В1; УК-9-У1; УК-9-31; УК-9-В1; ОПК-4-У1; ОПК-4-31)**

*Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе №3:*

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
5. Требования к металлизированному сырью.

**Лабораторные занятия** (ОПК-4-В1; ОПК-4-У1; УК-7-31; УК-7-В1; УК-7-У1; ПК-2-В1). Темы лабораторных работ приведены в разделе 4 настоящей РПД. Методика проведения экспериментов и обработка полученных данных приведены в учебном издании Л 3.2.

**Практические занятия** (ОПК-1-31; ОПК-1-У1; ОПК-1-В1; ОПК-4-В1 ОПК-4-У1)

### **1 раздел. Технология производства металлизированного продукта**

1. Восстановление железа

2. Восстановительные реакции в печи, их температуры, тепловые эффекты.
3. 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 металлizedованного 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. Решение задач. Подготовка к контрольной работе по Л.1.2. Задачи №1,2,3,4-стр.122

## **2 Раздел. Теплофизические особенности получения металлizedованного продукта**

1. Устройство и работа печи процесса МИДРЕКС: подготовка сырья к металлизации и требования к нему, размеры печи, зоны, температуры, расходы, производительность, степень восстановления, восстановительная способность газа, химсостав металлizedованного сырья (отличие печей на ОЭМК и ЛГОК)
2. Параметры печи и характеристики сырья и полученного продукта
3. Сравнение процессов ХИЛ и Мидрекс
4. Температура в печах восстановления и по зонам. Влияние температуры на процесс прямого восстановления железа.
5. Решение задач Подготовка к контрольной работе по Л.1.2. Задачи № 5,6,7 стр.122-123.

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

1. Процессы науглероживания металлizedованного сырья в процессе МИДРЕКС и ХИЛ. Зачем нужно науглероживать металлizedованное сырье?
2. Процессы получения ГБЖ и требования к нему. Проблемы, возникающие при получении ГБЖ и их устранение.
3. Процессы охлаждения ГБЖ и требования к ним.
4. Факторы, влияющие на металлургические свойства ГБЖ
5. Материальный и тепловой балансы процесса прямого восстановления железа
6. Решение задач по Л.1.2 Задачи для самостоятельного решения № 1,2 стр. 89-90.

**Курсовая работа** (ОПК-4-В1; ОПК-4-У1; ОПК-1-У1; ОПК-1- 31; ОПК-1- В1; УК-4-31; УК-7- 31; УК-7- У1; УК-7- В1; УК-9-31; УК-9-У1; УК-9-В1; ОПК-4-31)

Тема №1. Расчет температуры металлizedованных окатышей и газа по высоте транспортной зоны шахтной печи металлизации НУЛ-III.

Тема №2. Расчет температуры по высоте восстановительной зоны шахтной печи НУЛ-III 13

Тема № 3. Расчет температуры по высоте восстановительной зоны шахтной печи MIDREX АО «ЛГОК»

Тема №4. Расчет товарного и технологического баланса конвейерной обжиговой машины

Тема №5. Расчет температуры окатышей в зоне подогрева обжиговой конвейерной машины.

### **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 те-  
кущей аттестацией по дисциплине. Методика оценки знаний, умений и навыков*

#### **1. Практические занятия**

**Зачтено:** Обучающийся освоил все вопросы, рассматриваемые на практических занятиях, были оформлены кон-  
спекты по все вопросам и принимал активное участие в беседах по вопросам на занятиях, применяет свои зна-  
ния 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 реше-  
нии задач).

#### **2. Успешное написание 3 контрольных работ**

**Зачтено:** вопросы, предложенные студенту на контрольной работе раскрыты в полном объеме.

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

#### **3. Защита курсовой работы**

*отлично:*

студент показывает глубокое знание материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по срав-  
нению с учебной литературой: основной и дополнительной;

*хорошо:*

студент достаточно хорошо ориентируется в пройденном материале, допускает незначительные ошибки при освеще-  
нии заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

*удовлетворительно:*

студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно ис-

<p>правляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;</p> <p><i>неудовлетворительно:</i></p> <p>студент не понимает сущности излагаемого вопроса, допускает грубые ошибки при выполнении курсовой работы, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.</p> <p><i>не явка:</i></p> <p>обучающийся на защиту не явился.</p> <p><b>4. Лабораторные работы</b></p> <p><b>Зачтено:</b> лабораторные работы самостоятельно выполнены и защищены</p> <p><b>Не зачтено:</b> студент не умеет применять полученные знания на практике, допускает грубые ошибки в отчете и при ответе.</p> <p><b>Зачет выставляется, когда все виды работ, предусмотренные текущей аттестацией по дисциплине положительно оценены.</b></p>
---

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1 Основная литература				
Обо- значе- ние	Авторы, составите- ли	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	А.С. Тимофеев Е.С. Тимофеев	Теплофизические особенности произ- водства окисленных окатышей и ме- таллизированного продукта: Учебное пособие.	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: «ТНТ», 2015г.-204с.
Л 1.2	А.С. Тимофеева, Т.В. Никитченко В.В. Федина, А.А. Шевченко	Теплофизика получения металлизо- ванного продукта. Учебное пособие.	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: «ТНТ», 2018.-136с.
6.1.2 Дополнительная литература				
Обо- значе- ние	Авторы, составите- ли	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 «РО- СА» 2008-280с.
6.1.3 Методические разработки				
Обозна- чение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л.3.1	А.С. Тимофеева В.В. Федина	Теплофизика получения окисленных окатышей и металлизированного про- дукта: учебное пособие для выполне- ния курсовой работы для магистран- тов, обучающихся по напр. 22.04.02	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол : СТИ НИТУ «МИСиС», 2017.- 41с.
Л 3.2	А.С. Тимофеева Т.В. Никитченко В.В. Федина	Теплофизика получения окисленных окатышей и металлизированного про- дукта : учебное пособие для выполне- ния лабораторных работ для маги- странтов, обучающихся по напр. 22.04.02	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС	Старый Оскол : СТИ НИТУ «МИСиС», 2017, 64с.
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	Производство железорудного концентрата. <a href="https://www.youtube.com/watch?time_continue=17&amp;v=N3yM1yZglUU&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?time_continue=17&amp;v=N3yM1yZglUU&amp;feature=emb_logo</a>			
Э 2	Производство окатышей. <a href="https://www.youtube.com/watch?time_continue=15&amp;v=j8pkNcuo09E&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?time_continue=15&amp;v=j8pkNcuo09E&amp;feature=emb_logo</a>			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	Microsoft Windows,			
П 2	Microsoft Office.			
П 3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса.			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1	Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>			
	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):			

И2	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И3	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И4	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И5	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	
7.1	<b>Аудитория № 308</b> <b>Лаборатория технической термодинамики и механики газов</b> Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест персональный компьютер ПЭВМ "ХОПЕР", проектор для презентаций EB-460.
7.2	<b>Аудитория № 313</b> <b>Лаборатория экстракции черных металлов из природного и техногенного сырья</b> 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 ЕК6100i, анализатор кислорода портативный multifunctional АКПМ-1-02, мультиметр Mastech MS 8209, термометр электронный HANNA HI 93530, измеритель температуры цифровой высокоточный IT-8, термометр электронный ТМ-902С (-50° +1300°С)
7.3	<b>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</b> <b>Аудитория № 306</b> <b>Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий</b> 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. 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
<p>Для успешного освоения дисциплины "Теплофизика получения металлизированного продукта" обучающемуся необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Посещать все виды занятий.</li> <li>2. Своевременно регистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.</li> <li>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).</li> <li>4. Отчеты по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.</li> <li>5. Активно работать с научными базами в сети Интернет.</li> </ol> <p>Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.</p> <p>Для подготовки к практическому занятию заранее выдаются тема и вопросы, которые необходимо магистрантам подготовить дома. Студенты готовят рефераты, касающиеся вопросов, рассматриваемых на занятиях, 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.</p> <p>Материал для подготовки представлен в учебных пособиях по этой дисциплине в Л.1.1.;Л.1.2.;Л.2.1.</p>