

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»**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель ОПОП ВО



Кожухов А. А.

11 июня 2020 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора по НИИ  
 СТИ НИТУ «МИСиС»



Кожухов А. А.

11 июня 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физическое моделирование металлургических процессов**

Закрепленная кафедра

**Металлургии и металловедение им. С.П. Угаровой**

Учебный план

на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки

Направление подготовки

**22.06.01 Технологии материалов**

Направленность (профиль)  
 ОПОП

**Теория и технология получения металлов и сплавов в различных  
 металлургических агрегатах**

Квалификация

**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

72

Форма контроля: *зачет*

в том числе:

аудиторные занятия

24

самостоятельная работа

48

часов на контроль

          

Семестр(ы) изучения

3

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	II		Итого
Вид занятий	УП	РП	
Практические	24	24	24
Итого ауд.	24	24	24
Сам. работа	48	48	48
Итого:	72	72	72

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Рабочая программа разработана:

Скляр Виталий Александрович  
ФИО полностью

доцент, кандидат технических наук, доцент  
а также уч.ст., уч.зв. – при наличии



подпись

Рабочая программа дисциплины **«Физическое моделирование металлургических процессов»**

разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки

22.06.01 Технологии материалов

код, наименование

(утвержден приказом НИТУ «МИСиС» от «02» декабря 2015 г. № 602 о. в.)

на основании учебного плана на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки

22.06.01 Технологии материалов, Теория и технология получения металлов и сплавов в различных металлургических агрегатах

код и наименование направления подготовки (специальности), наименование направленности (профиля) ОПОП ВО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ «Металлургии и металловедение им. С.П. Угаровой»

наименование кафедры

Протокол от 11 июня 2020 г. № 06/20

Зав. кафедрой ММ  
11 июня 2020 г.



подпись

А.А. Кожухов

Руководитель ОПОП ВО

зав. кафедрой, д.т.н., доц.  
должность, уч.ст., уч.зв. – при наличии



подпись

А.А. Кожухов  
И.О. Фамилия

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. **Целями освоения дисциплины** являются - приобретение обучающимися знаний, умений и навыков в области физического моделирования технологических процессов металлургии.

### 1.2. **Задачи освоения дисциплины:**

1. Ознакомить студентов с современными средствами моделирования технологических процессов в металлургии.

2. Научить методам физического моделирования.

3. Привить умения и навыки обработки и визуализации результатов моделирования, а также их представления в виде, удобном для последующего использования в научно-технических отчетах и статьях.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1 **Учебная дисциплина** входит в состав Блока I «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части, является дисциплиной по выбору в ОПОП.

Курс «Физическое моделирование металлургических процессов» предназначен для подготовки исследователей (преподаватель-исследователь) и предусматривает изучение современных методов физического моделирования металлургических процессов, основ разработки физических моделей, материалов для моделирования, обработки результатов моделирования.

При изучении курса необходима систематизация и алгоритмизация знаний на основе углубленного самостоятельного изучения учебной и научно-технической литературы.

### **- Оборудование металлургических предприятий**

#### **Знания:**

- особенности конструкций основного оборудования металлургических цехов;
- методики расчета силовых и скоростных параметров привода и исполнительных механизмов оборудования металлургических предприятий.

#### **Умения:**

- пользоваться конструкторской и нормативной документацией;
- составлять технологические схемы металлургических цехов;
- проводить анализ эффективности оборудования металлургических цехов;
- обосновывать выбор основного технологического оборудования;
- рассчитывать его производительность, количество и размещение в технологической цепи.

#### **Навыки:**

- навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации при решении теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- понятийно-терминологическим аппаратом в области металлургии и тяжелого машиностроения;
- навыками оценки перспективности направлений в развитии оборудования металлургических цехов.

### **- Металлургия черных металлов**

#### **Знания:**

- основные формулы и методики расчетов металлургических печей и оборудования;
- основные закономерности технологических процессов для повышения эффективности производства черных металлов;
- теоретические основы по конструкции современных печей и их элементов для практического использования в металлургической промышленности;
- основные металлургические цехи и агрегаты, принцип действия и особенности технологических машин и механизмов, их взаимосвязь в цехах и на участках.

#### **Умения:**

- пользоваться научно-технической и технологической документацией;

- анализировать металлургические процессы и технологии с целью их совершенствования;

- критически оценивать данные и делать выводы.

**Навыки:**

- самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях;

- логического творческого и системного мышления.

**2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:**

- Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование;

- Основы малоотходного производства черных металлов;

- Теория и технология производства металлов и сплавов;

- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (педагогическая практика);

- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская практика);

- Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук;

- Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации);

- Подготовка и сдача государственного экзамена.

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОС НИТУ «МИСиС» и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ</b>	
<i>УК-8.2 способность к созданию новых знаний, в том числе, междисциплинарного характера, а также к разработке новых методов исследования и их применению в научно-исследовательской деятельности</i>	
<b>Знать:</b>	<i>принципы разработки физических моделей для исследования металлургических процессов, включая смежные области</i>
<b>Уметь:</b>	<i>разрабатывать физическую модель металлургического процесса с целью получения новых знаний о нем, в том числе в междисциплинарных областях</i>
<b>Владеть:</b>	<i>навыками разработки новых физических моделей для исследования металлургических процессов, включая смежные с ними области</i>
<i>УК-9.1 способность осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки</i>	
<b>Знать:</b>	<i>принципы проведения комплексных исследований металлургических процессов, в том числе в смежных областях, с использованием методов физического моделирования</i>
<b>Уметь:</b>	<i>выявлять наиболее важные параметры и особенности металлургического процесса для последующего физического моделирования с использованием принципов философии науки</i>

Владеть:	навыками анализа металлургического процесса с целью выявления наиболее важных характеристик для разработки его физической модели
УК-9.2 умение демонстрировать владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в профессиональной области, соответствующей направленности образовательной программы	
Знать:	методологию теоретических и экспериментальных исследований в области технологических процессов металлургии
Уметь:	логически обосновывать методы экспериментальных исследований с привлечением знаний междисциплинарного характера, направленные на более глубокое отражение физики процессов в области технологических процессов металлургии
Владеть:	приемами, положениями и законами экспериментальных исследований, в том числе и с привлечением знаний междисциплинарного характера, в области технологических процессов металлургии
УК-10.1 способность к решению исследовательских и практических задач, генерированию новых идей, в том числе в междисциплинарных областях	
Знать:	основные способы и виды физического моделирования объектов технологических процессов в металлургии и смежных областях
Уметь:	подбирать необходимую методику физического моделирования
Владеть:	методиками анализа результатов моделирования с целью генерирования новых идей, в том числе в междисциплинарных областях
УК-11.1 умение управлять проектами, в том числе инновационными, в области научных исследований и образования, брать на себя ответственность за принятие решений	
Знать:	основные принципы и подходы к управлению проектами, в том числе инновационными, в области научных исследований и образования
Уметь:	брать на себя ответственность по управлению проектами, в том числе инновационными, в области научных исследований и образования
Владеть:	методами управления проектами, в том числе инновационными, в области научных исследований и образования
ОПК-1.1 способность и готовность теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии	
Знать:	методы физического моделирования технологических процессов получения перспективных материалов
Уметь:	моделировать процессы производства перспективных материалов
Владеть:	навыками подбора необходимых моделирующих материалов для осуществления физического моделирования технологических процессов получения перспективных материалов
ОПК-3.1 способность и готовность экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества	
Знать:	возможности использования методов физического моделирования для оптимизации металлургических процессов с целью снижения стоимости и повышения качества производимых новых материалов и изделий
Уметь:	выявлять экономические показатели производственных и непроизводственных затрат на создание новых материалов и изделий с помощью металлургических технологий

Владеть:	методиками проведения физического моделирования для оптимизации металлургических процессов с целью снижения стоимости и повышения качества производимых новых материалов и изделий
<i>ОПК-4.1 способность и готовность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности</i>	
Знать:	критерии оценки рисков и подходы к формированию мер по обеспечению безопасности моделируемых технологических процессов в металлургии
Уметь:	грамотно и обоснованно использовать нормативную документацию при анализе решений, сделанных на основе исследований с использованием физического моделирования технологических процессов в металлургии
Владеть:	навыками работы с нормативной документацией при формировании пакета требований, обеспечивающих безопасность моделируемого технологического процесса
<i>ОПК-5.1 способность и готовность использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии</i>	
Знать:	основы теории подобию при физическом моделировании металлургических процессов
Уметь:	на основе результатов физического моделирования металлургических процессов выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии
Владеть:	навыками сбора и подготовки информации для разработки физической модели для исследования процессов в области металлургии и металловедения
<i>ОПК-6.1 способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий</i>	
Знать:	современные подходы и материалы для физического моделирования, области их применения, преимущества и недостатки
Уметь:	разрабатывать экспериментальные установки для физического моделирования металлургического процесса
Владеть:	навыками проведения физического моделирования различных металлургических процессов
<i>ОПК-8.1 способность и готовность обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады</i>	
Знать:	формы представления результатов физического моделирования металлургических процессов
Уметь:	представлять результаты моделирования в виде, удобном для последующего использования в научно-технических отчетах и статьях
Владеть:	навыками работы с нормативной документацией при формировании научно-технических отчетов, научных статей и докладов
<i>ОПК-9.1 способность и готовность разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ</i>	
Знать:	методологию разработки технических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ

Уметь:	<i>разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ</i>
Владеть:	<i>современными методиками разработки технического задания и программами проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ</i>
<i>ПК-1.1 способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий, вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей, обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады, разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ</i>	
Знать:	<i>принципы моделирования тепловых, гидродинамических процессов в металлургии, а также процессов обработки давлением и процессов кристаллизации металла</i>
Уметь:	<i>На основе патентного поиска по тематике исследований, анализа, систематизации и обобщения информации из глобальных компьютерных сетей, разработать физическую модель процесса, обработать результаты моделирования для их последующих публикаций</i>
Владеть:	<i>методиками обработки результатов моделирования для последующего оформления научно-технических отчетов, публикации научных статей и докладов</i>
<i>ПК-1.2 способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов</i>	
Знать:	<i>необходимые приборы, датчики и оборудование которые используются для регистрации параметров металлургических процессов и на физических моделях</i>
Уметь:	<i>на основе данных о контролируемых параметрах реального металлургического процесса, выявить наиболее важные из них, которые будут контролироваться в ходе физического моделирования</i>
Владеть:	<i>методиками и приборами контроля параметров физической модели с целью получения наиболее полной информации об объекте исследования</i>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины в зачетных единицах (2 **зачетных единиц**) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся составляет:

**Таблица 1. Структура и содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоятельная работа	Код компетенции	Формы текущего контроля успеваемости (по темам)  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР			

1	Тема 1. Основы моделирования. Теория подобия, особенности моделирования различных физических процессов	3		4		8	УК-9.1 УК-10.1 ОПК-5.1 ОПК-6.1 ОПК-9.1 ПК-1.1	
2	Тема 2. Виды моделей, применяемые в физическом моделировании	3		4		8	УК-8.2 УК-9.1 УК-9.2 УК-10.1 УК-11.1 ОПК-1.1 ОПК-3.1 ОПК-5.1 ОПК-6.1 ОПК-9.1 ПК-1.1 ПК-1.2	Контрольная работа Домашнее задание - реферат
3	Тема 3. Материалы, применяемые для физического моделирования технологических процессов в металлургии	3		4		8	УК-8.2 УК-9.2 УК-10.1 ОПК-1.1 ОПК-3.1 ОПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2	
4	Тема 4. Методы физического моделирования тепловых процессов и процессов кристаллизации	3		4		8	УК-8.2 УК-9.2 УК-10.1 ОПК-1.1 ОПК-3.1 ОПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2	Контрольная работа
5	Тема 5. Методы физического моделирования процессов гидрогазодинамики	3		2		4	УК-8.2 УК-9.2 УК-10.1 ОПК-1.1 ОПК-3.1 ОПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2	
6	Тема 6. Методы физического моделирования процессов ОМД	3		2		4	УК-8.2 УК-9.2 УК-10.1 ОПК-1.1 ОПК-3.1 ОПК-6.1 ПК-1.1	



							ПК-1.2	
7	Тема 7. Анализ, обработка и визуализация результатов моделирования	3		4		8	УК-10.1 УК-11.1 ОПК-4.1 ОПК-6.1 ОПК-8.1 ПК-1.1 ПК-1.2	Контрольная работа
<b>ИТОГО</b>		<b>72</b>		<b>24</b>		<b>48</b>		<b>Зачет</b>

Примечание: Условные обозначения: Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Физическое моделирование металлургических процессов» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

### 5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

Экзамен (зачет с оценкой) не предусмотрен.

### 5.2. Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины

**Вопросы для текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

**Контрольная работа №1** (УК-8.2, УК-9.1, УК-9.2, УК-10.1, УК-11.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-5.1, ОПК-6.1, ОПК-9.1, ПК-1.1, ПК-1.2)

Вариант 1

1. Определение физического моделирования.
2. Классификация металлургических процессов в зависимости от условий протекания и физической природы.

Вариант 2

1. Определение масштабного моделирования.
2. Физическое подобие оригинала и модели.

Вариант 3

1. Определение натурного моделирования.
2. Виды физических моделей.

Вариант 4

1. Определение аналогового моделирования.
2. Физико-математические критерии подобию.

**Контрольная работа №2** (УК-8.2, УК-9.2, УК-10.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-6.1, ПК-1.1, ПК-1.2)

Вариант 1

1. Особенности физического моделирования тепловых процессов в металлургии.
2. Материалы, применяемые для моделирования процессов ОМД.

Вариант 2

1. Материалы, применяемые для физического моделирования тепловых процессов в металлургии.

2. Особенности физического моделирования процессов кристаллизации в металлургии.

Вариант 3

1. Материалы, применяемые для физического моделирования гидродинамических процессов в металлургии.

2. Примеры физического моделирования процессов кристаллизации в металлургии.

Вариант 4

1. Примеры физического моделирования тепловых процессов в металлургии.

2. Материалы, применяемые для физического моделирования процессов кристаллизации в металлургии.

**Контрольная работа №3** (УК-8.2, УК-9.2, УК-10.1, УК-11.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-6.1, ОПК-8.1, ПК-1.1, ПК-1.2)

Вариант 1

1. Особенности физического моделирования процессов ОМД.

2. Пересчет результатов с модели на объект-оригинал.

Вариант 2

1. Особенности физического моделирования процессов гидро-газодинамики.

2. Представление результатов моделирования металлургических процессов в табличном виде.

Вариант 3

1. Примеры физического моделирования процессов гидро-газодинамики.

2. Представление результатов моделирования металлургических процессов в виде графических зависимостей.

Вариант 4

1. Примеры физического моделирования процессов ОМД.

2. Обработка результатов физического моделирования металлургических процессов.

**Темы рефератов** (УК-8.2, УК-9.1, УК-9.2, УК-10.1, УК-11.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ОПК-6.1, ОПК-8.1, ОПК-9.1, ПК-1.1, ПК-1.2)

1. Использование методов физического моделирования для исследования металлургических процессов.

2. Теория подобия, особенности моделирования различных физических процессов.

3. Виды моделей, применяемые в физическом моделировании.

4. Материалы, применяемые для физического моделирования технологических процессов в металлургии.

5. Методы и примеры физического моделирования процесса получения чугуна.

6. Методы и примеры физического моделирования процесса выплавки стали в конвертерах.

7. Методы и примеры физического моделирования процесса выплавки стали в электродуговых печах.

8. Методы и примеры физического моделирования процессов внепечной обработки стали.

9. Методы и примеры физического моделирования процесса непрерывной разливки стали.

10. Методы и примеры физического моделирования процессов прокатки.

Объем реферата составляет 20-стр. при наличии ссылок на источники не старше 10 лет (5 ссылок), а также на источники из иностранной литературы (5 ссылок).

**5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена**  
Экзамен (зачет с оценкой) не предусмотрен.

**5.4. Методика оценки результатов обучения по дисциплине**

В семестре 3 по курсу предусмотрен зачет. Возможна простановка зачета на основе результатов текущей аттестации в течение семестра 3: написания контрольных работ (№1 - №3) и выполнения домашнего задания.

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций приведены в таблице 1 и 2.

**Таблица 1. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя. Отвечает на наводящие вопросы преподавателя, в том числе показывая фрагментарное знание материала
Не зачтено	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 2. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя. Отвечает на наводящие вопросы преподавателя неполно, в том числе показывая фрагментарное знание материала без приведения конкретных примеров
Не зачтено	не способен правильно выполнить задание

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Основная литература:

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Б.В. Кучеряев, В.Б. Крахт, О.Г. Манухин	Моделирование процессов и объектов в металлургии	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	М.: МИСИС, 2004
Л 1.2	Б.Я. Советов, С.А. Яковлев	Моделирование систем	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	М.: Высшая школа, 2005.
Л 1.3	Осадчий В.А., Герман О.Ю.	Моделирование инновационных объектов и процессов	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	М.: МИСИС, 2004

Л 1.4	С. Лукин	Физическое моделирование процессов передачи теплоты: учебное пособие	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=434810">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=434810</a>	Череповец: Издательство ЧГУ, 2016
-------	----------	--	---	-----------------------------------

**б) Дополнительная литература:**

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	Л. Н. Королькова	Моделирование процессов и объектов в металлургии	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2011
Л 2.2	В.А. Скляр, Е.Н. Смирнов	Моделирование технологических процессов. Учебно-методическое пособие для практических занятий	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2016
Л 2.3	В.А. Трубицын, А.А. Порожня, В.В. Мелешин	Основы научных исследований: учебное пособие	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459296">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459296</a>	Ставрополь: СКФУ, 2016

**в) Перечень методических материалов, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», программного обеспечения и информационных справочных систем и профессиональных баз данных, необходимый для освоения дисциплины**

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Перечень методических материалов				
Л 3.1				
Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	Моделирование движения жидкой стали в кристаллизаторе тонкослябовой МНРС. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=gN-lwqeAcDM">https://www.youtube.com/watch?v=gN-lwqeAcDM</a>			
Э 2	Исследование гидродинамического состояния конвертерной ванны с помощью физического моделирования <a href="https://www.youtube.com/watch?v=TQc89p57Fxs">https://www.youtube.com/watch?v=TQc89p57Fxs</a>			
Э 3	Установка для холодного моделирования процессов отсечки шлака на выпуске из кислородного конвертера <a href="https://www.youtube.com/watch?v=3Z1jHKcb3DI">https://www.youtube.com/watch?v=3Z1jHKcb3DI</a>			
Перечень программного обеспечения				
П 1	MS Windows			
П 2	MS Office			

П 3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса
<b>Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И 1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И 2	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И 3	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И 4	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И 5	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Аудитория №307 - Лаборатория теплотехнических измерений, метрологии и автоматизации**

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Комплект мебели (25 посадочных мест).

Проектор для презентаций Epson-406. Компьютер для презентаций

Программное обеспечение:

- Windows,
- Microsoft Office,
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса,
- LabVIEW.

### **Аудитория №101 - Лаборатория экстракции и обогащения полезных ископаемых**

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Комплект мебели (25 посадочных мест)

Электропечь ТК.8.1300.Н.1Ф

Электропечь ТК.18.1300.Н.1Ф

Электропечь ТК.20.1300.Ш.3Ф

Печь муфельная SNOL 7,2/1100

Дробилка щековая ВВ50(марганц. сталь/нерж. сталь) (Retsch, Германия)

Анализатор ситовый вибрационный АСВ-300

Комплект сит диаметром 300мм, высотой 50мм (12шт)

Истиратель дисковый ИД-175

Пресс ручной ПРГ -1-10 (для испытания окатышей)

Пресс ручной ПРГ -1-70 (для испытания огнеупорных бетонов) Вибрационная конусная мельница - дробилка ВКМД 6

Истиратель дисковый лабораторный ЛДИ-65

Анализатор ситовый вибрационный АСВ-30

Установка для моделирования работы шахтной печи

Окомкователь лабораторный, Истиратель лабораторный

Установки для испытания реакционной способности окатышей

Пресс гидравлический Nordberg N3620FL

Дифференциальный манометр TESTO 510

Программное обеспечение:

- Windows,
- Microsoft Office

### **Аудитория №313 - Лаборатория экстракции черных металлов из природного и техногенного сырья**

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Комплект мебели (25 посадочных мест)

Электропечь ТК.27.1550.3Ф  
Печь муфельная «SNOL 7,2/1300  
Печь муфельная «SNOL 7,2/1100  
Анализатор влажности ЭЛВИЗ-2С  
ВСН-3 ротационный вискозиметр  
Виброустановка для приготовления проб огнеупорного бетона  
Установка для определения реакционной способности металлизированных окатышей.  
Виброустановка для приготовления проб огнеупорного бетона  
Установка для определения реакционной способности металлизированных окатышей  
Приборы для определения теплоемкости и теплопроводности ИТС-Q-400,  
ИТС-Λ-400  
Установка для исследования процесса сушки материалов в потоке горячего воздуха  
Установка для исследования параметров взвешенного слоя сыпучих материалов  
Установка для исследования теплотерь при продувке жидкой ванны газами  
Пресс ПРГ-1-10 (10 кН/1т)  
Пресс PR-10  
Лабораторные электронные весы ЕК6100i  
Анализатор кислорода портативный многофункциональный 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)  
Программное обеспечение:  
- Windows,  
- Microsoft Office,  
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса,

#### **Аудитория №47 - Сталеплавильная лаборатория**

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:  
Стан прокатный лабораторный  
Экспериментальная установка «Модель изучения гидродинамики в промежуточном ковше».  
Портативная индукционная плавильная печь GW ME-35KW  
Печь Таммана  
Лабораторная установка ЭШП

#### **Помещение для самостоятельной работы обучающихся**

#### **Аудитория № 306 - Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий**

Комплект мебели (25 посадочных мест).  
Проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032  
Рабочая станция Core i3-4130 (компьютер преподавателя) - 1 шт  
Рабочая станция Core i3-4130 (компьютер студента) - 11 шт  
Программное обеспечение:  
- Windows,  
- Microsoft Office,  
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса,  
- AutoCAD 2020 для образовательных учреждений,  
- Matlab 2011b

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 «Физическое моделирование металлургических процессов» 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 (приказ НИТУ «МИСиС» № 387о.в. от 05.06.2018 г. «О применении в учебном процессе ЭИОС»)).
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.
6. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.