

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
Математическое моделирование металлургических процессов

Закрепленная кафедра

Учебный план

Металлургии и металловедение им. С.П. Угаровой
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 **«Математическое 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 математического моделирования технологических процессов металлургии с использованием современных программных комплексов.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

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

2. Привить умения и навыки работы в современных комплексах компьютерного моделирования.

3. Научить методам анализа результатов моделирования и 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 «Математическое моделирование металлургических процессов» предназначен для подготовки исследователей (преподаватель-исследователь) и предусматривает изучение современных программных комплексов для осуществления математического моделирования металлургических процессов, основ работы в них, методов создания компьютерных моделей и обработки результатов моделирования.

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

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- 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;
- составлять математические модели для исследования процессов выплавки стали в различных условиях;
- 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:

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
<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>	
Знать:	<i>принципы разработки математических моделей для исследования металлургических процессов, включая смежные области</i>
Уметь:	<i>разрабатывать математическую модель металлургического процесса с целью получения новых знаний о нем, в том числе в междисциплинарных областях</i>
Владеть:	<i>навыками разработки новых математических 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>	
Знать:	<i>принципы проведения комплексных исследований металлургических процессов, в том числе в смежных областях, с использованием методов математического моделирования</i>

Уметь:	выявлять наиболее важные параметры и особенности металлургического процесса для последующего моделирования с использованием принципов философии науки
Владеть:	навыками анализа металлургического процесса с целью выявления наиболее важных характеристик для разработки его математической 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 теоретических и экспериментальных исследований с привлечением знаний междисциплинарного характера, направленные на более глубокое отражение физики процессов в области технологических процессов металлургии
Владеть:	приемами, положениями и законами теоретических и 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 моделирования объектов технологических процессов в металлургии и смежных областях
Уметь:	подбирать необходимую методику моделирования и программный комплекс для ее реализации для исследования технологических процессов в металлургии и смежных областях
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 моделирования технологических процессов получения перспективных материалов
Уметь:	моделировать процессы испытания перспективных материалов
Владеть:	навыками работы в современных программных комплексах для осуществления математического 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 математического 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

Вла- деть:	методиками проведения математического моделирования для оптимизации ме- таллургических процессов с целью снижения стоимости и повышения качества производимых новых материалов и изделий
<i>ОПК-4.1 способность и готовность выполнять нормативные требования, обеспечиваю- щие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности</i>	
Знать:	критерии оценки рисков и подходы к формированию мер по обеспечению безопас- ности моделируемых технологических процессов в металлургии
Уметь:	грамотно и обоснованно использовать нормативную документацию при анализе решений, сделанных на основе исследований с использованием математического моделирования технологических процессов в металлургии
Вла- деть:	навыками работы с нормативной документацией при формировании пакета требований, обеспечивающих безопасность моделируемого технологического процесса в металлургии
<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 метода конечных элементов для моделирования металлургических про- цессов, модели поведения материалов
Уметь:	на основе результатов математического моделирования металлургических про- цессов выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные тех- нологии
Вла- деть:	навыками сбора и подготовки информации для разработки математической мо- дели для исследования процессов в области металлургии и металловедения
<i>ОПК-6.1 способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и эксперимен- тальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий</i>	
Знать:	современные программные комплексы для осуществления математического мо- делирование, области их применения, преимущества и недостатки
Уметь:	разрабатывать геометрическую модель объекта моделирования в соответ- ствующем формате, разрабатывать математическую модель металлургиче- ского процесса с целью ее реализации в программном комплексе
Вла- деть:	навыками работы в современных программных комплексах для осуществления математического моделирования различных металлургических процессов
<i>ОПК-8.1 способность и готовность обрабатывать результаты научно-исследователь- ской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады</i>	
Знать:	формы представления результатов математического моделирования металлур- гических процессов
Уметь:	представлять результаты моделирования в виде, удобном для последующего ис- пользования в научно-технических отчетах и статьях
Вла- деть:	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 рас- четно-теоретических и экспериментальных работ
Уметь:	разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоре- тических и экспериментальных работ
Вла- деть:	современными методиками разработки технического задания и программами проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ
<i>ПК-1.1 способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и эксперимен- тальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий, вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы</i>	

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	
Знать:	принципы моделирования тепловых, гидродинамических процессов в металлургии, а также процессов обработки давлением и мультифизических металлургических процессов
Уметь:	На основе патентного поиска по тематике исследований, анализа, систематизации и обобщения информации из глобальных компьютерных сетей, разработать математическую модель, обработать результаты моделирования для их последующих публикаций
Владеть:	методиками обработки результатов моделирования для последующего оформления научно-технических отчетов, публикации научных статей и докладов
ПК-1.2 способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов	
Знать:	необходимые приборы, датчики и оборудование которые используются для регистрации параметров металлургических процессов
Уметь:	на основе данных о контролируемых параметрах реального металлургического процесса, выявить наиболее важные из них, которые будут контролироваться в ходе математического моделирования
Владеть:	методиками контроля параметров математической модели с целью получения наиболее полной информации об объекте исследования

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. Современные программные комплексы для математического моделирования металлургических 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. Основы численных мето-	3		4		8	УК-8.2 УК-9.1 УК-9.2	Контрольная работа

	дов моделирования металлургического процессов						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	Домашнее задание
3	Тема 3. Методы математического моделирования тепловых 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 математического моделирования гидродинамических 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	Контрольная работа
5	Тема 5. Методы математического моделирования процессов ОМД	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	
6	Тема 6. 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
ИТОГО		72		24		48		Зачет

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 «Математическое 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. Современные пакеты САД программ, их особенности, преимущества и недостатки.
2. Классификация металлургических процессов в зависимости от условий протекания и физической природы.

Вариант 2

1. Современные пакеты САЕ программ для моделирования тепловых процессов, их особенности, преимущества и недостатки.
2. Модели поведения материалов и физические свойства необходимые для моделирования металлургических процессов.

Вариант 3

1. Современные пакеты САЕ программ для моделирования процессов деформации, их особенности, преимущества и недостатки.
2. Основы метода конечных элементов.

Вариант 4

1. Современные пакеты САЕ программ для моделирования процессов гидро-газодинамики, их особенности, преимущества и недостатки.
2. Способы описания начальных и граничных условий при математическом моделировании металлургических процессов.

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 математического моделирования тепловых процессов в металлургии.
2. Начальные условия при математическом моделировании гидродинамических процессов в металлургии.

Вариант 2

1. Граничные условия при математическом моделировании тепловых процессов в металлургии.
2. Особенности математического моделирования гидродинамических процессов в металлургии.

Вариант 3

1. Начальные условия при математическом моделировании тепловых процессов в металлургии.
2. Примеры математического моделирования гидродинамических процессов в металлургии.

Вариант 4

1. Примеры математического моделирования тепловых процессов в металлургии.
2. Граничные условия при математическом моделировании гидродинамических процессов 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 математического моделирования процессов ОМД.
2. Представление результатов моделирования металлургических процессов в виде полей параметров.

Вариант 2

1. Граничные условия при математическом моделировании процессов ОМД.
2. Представление результатов моделирования металлургических процессов в табличном виде.

Вариант 3

1. Начальные условия при математическом моделировании процессов ОМД.
2. Представление результатов моделирования металлургических процессов в виде графических зависимостей.

Вариант 4

1. Примеры математического моделирования процессов ОМД.
2. Обработка результатов математического моделирования металлургических процессов.

Домашнее задание (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)

Разработать математическую модель металлургического процесса, исследование которого будет производиться в диссертации. Привести алгоритм создания модели металлургического процесса в программном комплексе. Привести результаты моделирования в различной форме, оформить результаты моделирования в виде статьи или отчета.

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	Ю.В. Захаров	Математическое моделирование технологических систем: учебное пособие	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477400	Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015.

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	Е. Н. Чумаченко, И. В. Логашина	Математическое моделирование и оптимизация процессов деформирования материалов при обработке давлением	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	М.: ООО НПП ЭКОМЕТ, 2008

Л 2.3	В.А. Склад, Е.Н. Смирнов	Конечно-разностные методы в обработке металлов давлением: конспект лекций	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2016
Л 2.4	В.А. Склад, Е.Н. Смирнов	Конечно-разностные методы в обработке металлов давлением: Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2016
Л 2.5	В.А. Склад, Е.Н. Смирнов	Конечно-разностные методы в обработке металлов давлением: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2016
Л 2.6	В.А. Склад, Е.Н. Смирнов	Моделирование технологических процессов. Учебно-методическое пособие для практических занятий	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2016
Л 2.7	В.И. Аверченко, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец.	Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344	Москва: Флинта, 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	Основы моделирования в COMSOL Multiphysics https://www.youtube.com/watch?v=KMpQ6wIaCkk			
Э 2	COMSOL Multiphysics®: Возможности и основы работы https://www.youtube.com/watch?v=mv5S_Tqiqd0			
Э 3	COMSOL - Постобработка результатов моделирования			

	https://www.youtube.com/watch?v=6T2mM8X2k_8
Перечень программного обеспечения	
П 1	MS Windows
П 2	MS Office
П 3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса
Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И 1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И 2	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И 3	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И 4	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И 5	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория №306 - Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

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

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 «Математическое 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.