

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

# Моделирование и оптимизация технологических процессов / Моделирование технологических процессов

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

Часов по учебному плану	<u>72</u>
в том числе:	
аудиторные занятия	<u>17</u>
самостоятельная работа	<u>55</u>
часов на контроль	<u>      </u>

Формы контроля в семестрах:  
зачет 2

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	2		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	17	17	17	17
Сам. работа	55	55	55	55
Итого	72	72	72	72

Год набора 2019 г.  
В редакции 2020 г.

Программу составил:  
доцент, кандидат технических наук, доцент  
Скляр Виталий Александрович

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



*подпись*

Рабочая программа дисциплины

**Моделирование и оптимизация технологических процессов / Моделирование технологических 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 (приказ от 05.03.2020г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2019 года набора:

22.04.02 - Metallurgy,

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

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

*наименование кафедры*

Протокол от «11» июня 2020г. № 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	
Цель дисциплины – приобретение студентами знаний и навыков в области математического и физического моделирования технологических процессов металлургии.	
Задачи 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 физического моделирования.	
4. Привить умения и навыки обработки и визуализации результатов моделирования.	

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	Философские проблемы науки и техники
2.1.2	Современные проблемы металлургии и материаловедения
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Моделирование и оптимизация технологических процессов / Оптимизация технологических процессов
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- 2: Способен:</b>	
- анализировать продукцию, процессы и системы в рамках широких междисциплинарных областей;	
- ставить и решать нестандартные задачи в условиях неопределенности и альтернативных решений с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, а также новых инновационных методов;	
- осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
Знать:	УК- 2 -З1 возможности применения методов моделирования для анализа технологических процессов
Уметь:	УК- 2 -У1 подбирать необходимую методику моделирования
Владеть:	УК- 2 -В1 навыками применения специализированных программных средств для реализации моделирования
<b>УК- 4: Способен:</b>	
- находить и получать необходимые данные об объекте исследования;	
- осуществлять поиск литературы, критически использовать базы данных и другие источники информации;	
- осуществлять моделирование объектов и процессов, а также исследовать применение новейших технологий	
Знать:	УК- 4 -З1 основные способы и виды моделирования объектов технологических процессов
Уметь:	УК- 4 -У1 строить математическую модель металлургического процесса
Владеть:	УК- 4 -В1 средствами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов в металлургии
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии</b>	
Знать:	ОПК-1 -З1 аналитические и численные методы для анализа математических моделей
Уметь:	ОПК-1 -У1 выявлять наиболее важные параметры металлургического процесса для последующего моделирования
Владеть:	ОПК-1 -В1 навыками выявления наиболее значимых технологических параметров процесса и возможностей по его улучшению.
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии</b>	
Знать:	ОПК-2 -З1 принципы математического и физического моделирования технологических процессов в металлургии, подходы к описанию моделей для составления научно-технических отчетов.
Уметь:	ОПК-2 -У1 разрабатывать методику физического моделирования, подбирать факторы и материалы для моделирования
Владеть:	ОПК-2 -В1 навыками разработки и описания математических и физических моделей для моделирования металлургических процессов

<b>ПК-2: Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</b>	
Знать:	ПК-2 -31 методы анализа и оформления результатов моделирования
Уметь:	ПК-2 -У1 обработать результаты моделирования для последующей их визуализации и статистической обработки
Владеть:	ПК-2 -В1 навыками проведения анализа результатов исследований, проведенных с помощью моделирования

<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ</b>						
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр</b>	<b>Количество часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература и электронные ресурсы</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 1 Основы теории и технических средств для моделирования</b>					
1.1	Подготовка к практическому занятию /Ср/	2	2	УК- 4 -31 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-2 -31 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 2.4 Л 3.1	
1.2	Основы моделирования технических процессов /Пр/	2	2	УК- 4 -31 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-2 -31 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 2.4 Л 3.1	
1.3	Подготовка к практическому занятию /Ср/	2	2	УК- 2 -31 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 ОПК-2 -31 ОПК-2 -В1	Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Э1	
1.4	Современные программные комплексы для компьютерного моделирования /Пр/	2	2	УК- 2 -31 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 ОПК-2 -31 ОПК-2 -В1	Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
1.5	Подготовка к практическому занятию /Ср/	2	2	УК- 4 -31 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-1 -31 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -31 ОПК-2 -В1	Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
1.6	Основы численных методов моделирования технологических процессов./Пр/	2	2	УК- 4 -31 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-1 -31 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -31 ОПК-2 -В1	Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
1.7	Самостоятельное изучение темы: Модели поведения материалов и физические свойства /Ср/	2	4	УК- 4 -31 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-1 -31 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -31	Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	

				ОПК-2 -В1		
1.8	Подготовка к контрольным мероприятиям /Ср/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 4 -З1 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.1	
	<b>Раздел 2 Моделирование металлургических процессов</b>					
2.1	Подготовка к практическому занятию /Ср/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 4 -З1 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Э2	
2.2	Методы математического и компьютерного моделирования тепловых процессов /Пр/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 4 -З1 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
2.3	Подготовка к практическому занятию /Ср/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 4 -З1 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
2.4	Методы математического и компьютерного моделирования процессов гидро-газодинамики /Пр/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 4 -З1 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
2.5	Подготовка к практическому занятию /Ср/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 4 -З1 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Э3	
2.6	Методы математического и компьютерного моделирования процессов ОМД /Пр/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 4 -З1 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1	Л 1.1 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	

				ОПК-2 -З1 ОПК-2 -В1		
2.7	Подготовка к практическому занятию /Ср/	2	2	УК- 4 -З1 УК- 4 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
2.8	Методы физического моделирования технологических процессов /Пр/	2	2	УК- 4 -З1 УК- 4 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
2.9	Самостоятельное изучение темы: Материалы, применяемые для физического моделирования. /Ср/	2	4	УК- 4 -З1 УК- 4 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
2.10	Подготовка к контрольным мероприятиям /Ср/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 4 -З1 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
	<b>Раздел 3 Обработка и оценка результатов моделирования</b>					
3.1	Подготовка к практическому занятию /Ср/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.1	
3.2	Визуализация результатов моделирования /Пр/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.1	
3.3	Подготовка к практическому занятию /Ср/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.1	
3.4	Постобработка результатов моделирования для последующей статистической обработки /Пр/	2	1	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.1	
3.5	Самостоятельное изучение темы: Программное обеспечение для обработки экспериментальных данных /Ср/	2	3	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.1	

3.6	Подготовка к контрольным мероприятиям /Ср/	2	2	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.1	
3.7	Выполнение домашнего задания /Ср/	2	20	УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 4 -З1 УК- 4 -У1 УК- 4 -В1 ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.1 Л 3.2	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Экзамен (зачёт 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 2. В семестре 2 предусмотрены:

- 1) Практические занятия.
- 2) Контрольная работа № 1 по разделу 1.
- 3) Контрольная работа № 2 по разделу 2.
- 4) Контрольная работа № 3 по разделу 3.
- 5) Домашнее задание.

**Практические занятия** (УК- 2 -З1, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 4 -З1, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1, ПК-2 -З1, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).

В учебно-методическом пособии для практических занятий (код Л 3.1) изложены основы моделирования, методики математического и физического моделирования технологических процессов. В начале каждой темы занятия проводится контроль знаний и готовности студента к практическому занятию по контрольным вопросам, изложенным в ФОМ.

**Домашнее задание** (УК- 2 -З1, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 4 -З1, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1, ПК-2 -З1, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).

Домашнее задание состоит из трех частей.

В первой части производится математическое моделирование процесса тепломассообмена.

Во второй части производится математическое моделирование процесса обработки металла давлением.

В третьей части производится создание математической (компьютерной) модели процесса, исследование которого будет производиться в магистерской диссертации. Если в магистерской диссертации не предполагается (или невозможно) использование моделирования, то выполняется учебное задание, для варианта технологического процесса, выданного преподавателем.

Контрольные работы состоят из двух теоретических вопросов по соответствующему разделу.

Перечень вопросов по разделам для контрольных работ.

#### Раздел 1. Основы теории и технических средств для моделирования

1. Понятия моделирование, модель и ее признаки (УК- 4 -З1, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -В1).
2. Классификация и виды моделирования (УК- 4 -З1, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -В1).
3. Классификация технологических процессов в зависимости от условий протекания и физической природы (УК- 4 -З1, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -В1).
4. Модели поведения материалов и физические свойства (УК- 4 -З1, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -В1).

5. Способы описания начальных условий при математическом моделировании (УК- 4 -31, УК- 4 -У1, УК- 4 - В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -В1).
6. Описание различных физических процессов с помощью математических моделей (УК- 4 -31, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -В1).
7. Основы метода конечных элементов (УК- 4 -31, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-1 -31, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -В1).
8. Основы твердотельного моделирования (УК- 4 -31, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-1 -31, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -В1).
9. Современные пакеты САД программ, их особенности, преимущества и недостатки (УК- 2 -31, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -В1).
10. Современные пакеты САЕ программ для моделирования тепловых процессов, их особенности, преимущества и недостатки (УК- 2 -31, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -В1).
11. Современные пакеты САЕ программ для моделирования процессов деформации, их особенности, преимущества и недостатки (УК- 2 -31, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -В1).
12. Современные пакеты САЕ программ для моделирования процессов гидро-газодинамики, их особенности, преимущества и недостатки (УК- 2 -31, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -В1).

## **Раздел 2. Моделирование металлургических процессов**

1. Компьютерное моделирование процессов теплообмена (УК- 2 -31, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 4 -31, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -В1).
2. Компьютерное моделирование процессов деформации (УК- 2 -31, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 4 -31, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -В1).
3. Компьютерное моделирование процессов гидро-газодинамики (УК- 2 -31, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 4 -31, УК- 4 -У1, УК- 4 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -В1).
4. Методы физического моделирования процессов выплавки стали (УК- 4 -31, УК- 4 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
5. Методы физического моделирования процессов кристаллизации металла (УК- 4 -31, УК- 4 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
6. Методы физического моделирования процессов прокатки (УК- 4 -31, УК- 4 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
7. Материалы, применяемые для физического моделирования (УК- 4 -31, УК- 4 -В1, ОПК-2 -31, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).

## **Раздел 3. Обработка и оценка результатов моделирования**

1. Обработка экспериментальных данных полученных с помощью математического моделирования (УК- 2 -31, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, ПК-2 -31, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).
2. Обработка экспериментальных данных полученных с помощью компьютерного моделирования (УК- 2 -31, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, ПК-2 -31, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).
3. Обработка экспериментальных данных полученных с помощью физического моделирования (УК- 2 -31, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, ПК-2 -31, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).
4. Программное обеспечение для обработки экспериментальных данных (УК- 2 -31, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, ПК-2 -31, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).

Подробное описание оценочных материалов для аттестации обучающихся приведено в ФОМ.

### **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 обучающегося:*

#### *1) Защита домашнего задания*

*Зачтено:* домашнее задание оформлено в соответствии с требованиями, выполнен весь объем ДЗ, правильность выполнения составляет не менее 75-80 %, выявленные недочеты студент может устранить при защите, владеет терминологией, аргументировано отвечает на поставленные вопросы, логически мыслит, показывает достаточные знания в объеме защищаемой темы, ориентируется в основной и дополнительной литературе по курсу.

*Не зачтено:* оформление домашнего задания не соответствует требованиям, выполнены не все части ДЗ, студент не может устранить выявленные недочеты и замечания, не понимает сущности задаваемых вопросов, не ориентируется в тематике домашнего задания, допускает грубые ошибки при ответе.

#### *2) Решение задач на практических занятиях*

*Зачтено:* студент владеет в достаточном объеме терминологией и теоретическими знаниями по тематике практического занятия, умеет применять их для решения практических типовых задач, связанных с профессиональной деятельностью, аргументировано отвечает на поставленные вопросы, ориентируется в основной и дополнительной литературе по курсу



<p><i>Не зачтено:</i> студент не владеет терминологией, имеет недостаточный объем знаний теоретического материала, чтобы применять его для решения практических типовых задач, связанных с профессиональной деятельностью, не понимает сущности изучаемой темы, допускает грубые ошибки в расчетах и ответах на поставленные вопросы.</p> <p>3) <i>Контрольная работа</i></p> <p><i>Зачтено:</i> при выполнении контрольной работы студент показывает достаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет 60 % и выше.</p> <p><i>Не зачтено:</i> при выполнении контрольной работы студент показывает недостаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет менее 60 %.</p>
---

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	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 <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=477400">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=477400</a>	Йошкар-Ола : ПГТУ, 2015
6.1.2 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	Конечно-разностные методы в обработке металлов давлением : конспект лекций	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол : СТИ НИТУ «МИСиС», 2016
Л 2.3	В.А. Скляр, 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 2.4	В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец.	Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93344">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93344</a>	М : Флинта, 2016
6.1.3 Методические разработки				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	В.А. Скляр, Е.Н. Смирнов	Моделирование технологических процессов. Учебно-	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол : СТИ НИТУ «МИСиС», 2016

		методическое пособие для практических занятий		
Л 3.2	В.А. Скляр, Е.Н. Смирнов	Моделирование технологических процессов. Методические указания для выполнения домашнего задания	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол : СТИ НИТУ «МИСиС», 2020
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	Elmer - Elmer - CSC Company Site <a href="https://www.csc.fi/web/elmer">https://www.csc.fi/web/elmer</a>			
Э2	Elmer-Fem Axisymmetric Thermal Problem <a href="https://youtu.be/nyAgTxVrfs4">https://youtu.be/nyAgTxVrfs4</a>			
Э3	Elmer-FEM. Coupled Thermal-Static (Elastic) Transient Analysis <a href="https://www.youtube.com/watch?v=U1LtqMdjzv0">https://www.youtube.com/watch?v=U1LtqMdjzv0</a>			
<b>6.3. Перечень программного обеспечения</b>				
П 1	MS Windows			
П 2	MS Office			
П 3	Elmer-FEM			
П 4	Kaspersky Endpoint Security.			
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
И 1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>			
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	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>			

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>	
7.1	<b>Учебная аудитория</b> <b>Аудитория № 306</b> 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.
7.2	<b>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</b> <b>Аудитория № 306</b> 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. В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>
Для успешного освоения дисциплины обучающемуся необходимо: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Посещать все виды занятий.</li> <li>2. Своевременно зарегистрироваться 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>

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