

Рабочая программа утверждена решением  
Учёного совета ВФ НИТУ МИСиС  
от «26» мая 2022г.  
протокол № 7-22

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Моделирование процессов и объектов в металлургии

Закреплена за кафедрой

Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Направление подготовки

22.03.02 Металлургия

Профиль

Обработка металлов давлением

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	180	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		экзамен 7
аудиторные занятия	12	
самостоятельная работа	128	
часов на контроль	36	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя			
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	6	6	6	6
Практические	6	6	6	6
КСР	4	4	4	4
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	128	128	128	128
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*ктн, Доцент, Король Алексей Валентинович*

---

---

Рабочая программа

**Моделирование процессов и объектов в металлургии**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Металлургия, ОМ-22 ЗО.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 25.02.2022, протокол № 5-22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технологии и оборудования обработки металлов давлением**

Протокол от 20.05.2022 г., №9

Зав. кафедрой Горбатьюк С.М. \_\_\_\_\_

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ</b>	
1.1	Формирование у студентов знаний, умений и навыков по информационным технологиям для моделирования технологических процессов ОМД. Подготовка выпускников способных применять полученные знания анализу и решению новых технологических задач в области ОМД.

<b>2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Научно-исследовательская работа
2.1.2	Металлургические технологии
2.1.3	Теория процессов пластической деформации
2.1.4	Организация и планирование проведения эксперимента
2.1.5	Материаловедение
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Компьютерное моделирование технологических процессов ОМД
2.2.2	Научно-исследовательская работа

<b>3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ</b>	
<b>ПК-1: Способен осуществлять разработку типовых технологических процессов для обработки материалов</b>	
<b>ПК-1.4: Применяет методы моделирования физических и технологических процессов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1.4-31 Знать методы моделирование технологических систем	
<b>ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>	
<b>ОПК-5.4: Применяет программное обеспечение при моделировании, анализе и экспериментальных исследований для решения проблем в профессиональной области</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-5.4-31 Знать основы моделирования, анализа и экспериментальных исследований для решения проблем в профессиональной области	
<b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания</b>	
<b>ОПК-1.2: Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-1.2-31 Стохастический и детерминированный подходы к моделированию систем	
<b>ПК-1: Способен осуществлять разработку типовых технологических процессов для обработки материалов</b>	
<b>ПК-1.4: Применяет методы моделирования физических и технологических процессов</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1.4-У1 Уметь применять методы моделирования технологических процессов ОМД	
<b>ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>	
<b>ОПК-5.4: Применяет программное обеспечение при моделировании, анализе и экспериментальных исследований для решения проблем в профессиональной области</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-5.4-У1 Уметь осуществлять моделирование, анализ и экспериментальные исследования для решения проблем в профессиональной области	

<b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания</b>
<b>ОПК-1.2: Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1.2-У1 Анализировать полученные расчётные значения, делать выводы
<b>ПК-1: Способен осуществлять разработку типовых технологических процессов для обработки материалов</b>
<b>ПК-1.4: Применяет методы моделирования физических и технологических процессов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1.4-В1 Владеть навыками современных методов моделирования физических и технологических процессов
<b>ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>
<b>ОПК-5.4: Применяет программное обеспечение при моделировании, анализе и экспериментальных исследований для решения проблем в профессиональной области</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-5.4-В1 Владеть навыками моделирования, анализа и экспериментальных исследований для решения проблем в профессиональной области
<b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания</b>
<b>ОПК-1.2: Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1.2-В1 Методиками и математическими методами анализа и синтеза при моделировании технологических процессов ОМД

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1. Основы системологии. Теоретические основы моделирования.</b>					
1.1	Системология. Организация систем. Теория моделирования /Лек/	7	1	ПК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2	
1.2	Проработка лекционного материала, выполнение теста /Ср/	7	28	ПК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2	
	<b>Раздел 2. Моделирование технологических систем</b>					
2.1	Виды, задачи и принципы моделирования. Алгоритм создания модели. Структура и классификация математических моделей. Метод активного и пассивного эксперимента /Лек/	7	1	ПК-1.4 ОПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.2	
2.2	Математическое описание объекта исследования /Пр/	7	2	ПК-1.4 ОПК-5.4 ОПК-1.2	Л1.2	
2.3	Моделирование детерминированных процессов в металлургии. Методы моделирования стохастических систем /Лек/	7	1	ПК-1.4 ОПК-5.4 ОПК-1.2	Л1.2 Л1.3	
2.4	Статистическое моделирование. Регрессионные модели. Определение коэффициентов уравнения методом наименьших квадратов. Определение тесноты связи между случайными величинами в металлургических процессах /Пр/	7	1	ПК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1	

2.5	Численные методы в моделировании. Теория погрешностей. Моделирование металлургических процессов методом конечных элементов /Лек/	7	1	ПК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1	
2.6	Выбор численного метода решения уравнений. Прямые методы решения уравнений. Метод Гаусса. Итерационные методы решения уравнений. Метод касательных. Численное интегрирование. Формулы прямоугольника и трапеции, формула Симпсона. Численное дифференцирование. Метод конечных разностей /Пр/	7	1	ПК-1.4 ОПК-5.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э2	
2.7	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, выполнение теста /Ср/	7	51	ПК-1.4 ОПК-5.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	
	<b>Раздел 3. Теория оптимизации. Методы решения оптимизационных задач</b>					
3.1	Факторы оптимизационных задач. Примеры в металлургической отрасли. Классификация оптимизационных задач. /Лек/	7	1	ПК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.2	
3.2	Математические методы решения оптимизационных задач. Поисковые методы решения однофакторных задач. Метод перебора. Метод дихотомии. Методы решения многофакторных оптимизационных задач. Градиентный метод. Метод координатного спуска. Метод случайного поиска /Пр/	7	2	ПК-1.4 ОПК-5.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.2	
3.3	Критерии оптимальности систем. Группы критериев оптимальности. Требования к критериям оптимальности. Методы построения критериев оптимальности систем. /Лек/	7	1	ПК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.2	
3.4	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий /Ср/	7	49	ПК-1.4 ОПК-5.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.2	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Вопросы для самоподготовки к экзамену:

1. Основы системологии. Понятие структуры. Примеры технологических структур цехов ОМД.
2. Основы системологии. Понятие системы. Примеры технологических систем цехов ОМД.
3. Основы системологии. Понятие простых и сложных систем. Примеры простых и сложных систем в технологическом производстве цехов ОМД.
4. Основы системологии. Основные свойства систем и их взаимодействие. Примеры основных свойств технологических систем цехов ОМД.
5. Теория моделирования. Понятия материальных и символьных моделей. Примеры материального и символьного моделирования процессов ОМД.
6. Теория моделирования. Понятия имитационных и оптимизационных моделей. Примеры применения их для моделирования технологических систем цехов ОМД.
7. Блочно-структурное изображение имитационных моделей. Особенности их составных частей.
8. Блочно-структурное изображение оптимизационных моделей. Особенности их составных частей.
9. Стохастический и детерминированный подходы при моделировании технологических комплексов; их преимущества и недостатки.
10. Постановка технологических задач для простых систем. Примеры такой постановки для цехов ОМД.
11. Постановка технологических задач для сложных систем. Примеры такой постановки для цехов ОМД.
12. Теория оптимизации технологических систем. Сущность оптимизационных задач. Примеры простейших оптимизационных задач.
13. Сущность постановки многокритериальных задач и методы ее реализации. Примеры постановки многокритериальных задач при моделировании технологических систем цехов ОМД.
14. Математическая постановка технологических задач. Примеры такой постановки для задач ОМД.
15. Детерминированные методы поиска оптимума. Суть методов сканирования по варьируемым параметрам и покоординатного поиска; их преимущества и недостатки.
16. Детерминированные методы поиска оптимума. Метод градиента; его преимущества и недостатки.
17. Детерминированные методы поиска оптимума. Метод наискорейшего спуска или подъёма.
18. Стохастические методы поиска экстремума; их преимущества и недостатки.

19. Факторы оптимизационных задач. Примеры в металлургической отрасли.
20. Классификация оптимизационных задач.
21. Критерии оптимальности систем. Группы критериев оптимальности.
22. Требования к критериям оптимальности.
23. Методы построения критериев оптимальности систем.
24. Методы анализа линейной непрерывной системы с помощью средств MATLAB.
25. Методы моделирования линейных систем в пакете SIMULINK
26. Проведение статического анализа данных с помощью Пакета анализа данных (MS Excel).

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

По каждому разделу дисциплины предусмотрена текущая аттестация. Текущая аттестация проводится в форме заданий для самостоятельного выполнения.

По дисциплине предусмотрены следующие мероприятия:

Тест 1 Системология. Теория моделирования

Вопросы теста:

1. Напишите краткое определение того, что такое системология? Системология - это..
2. Выберите существующие типы связей в системе
  - Вещественные, дуальные, информирующие
  - Алгебраические, методические, классические
  - Вещественные, энергетические, информационные
  - Информационные, системные, моделирующие
3. Приведите развернутый пример концептуальной модели системы в металлургии. Кратко обоснуйте свой пример.
4. Выберите наиболее общее и правильное определение того, что такое система.
  - фундаментальное понятие человеческого мышления, отображающее множественный характер существования мира, его неоднородность.
  - совокупность связанных элементов, объединенных в одно целое для достижения определенной цели.
  - комплекс взаимосвязанных программ, предназначенных для управления ресурсами компьютера и организации взаимодействия с пользователем.
  - совокупность подвижно соединенных частей, совершающих под действием приложенных сил заданные движения.
  - Другое:
5. Выберите признаки, по которым классифицируют системы:
  - Число элементов и подсистем
  - Характер связи с внешней средой
  - Зависимость характеристик системы от времени
  - Тип входных и выходных величин системы
  - Уровень организации системы и задач
  - Другое:
6. Приведите развернутый пример стохастической системы в металлургии. Кратко обоснуйте свой пример.
7. Выберите правильное определение того, что такое модель:
  - отражение наиболее существенных сторон моделируемого объекта.
  - специалист предметной области (инженер-металлург).
  - технологическая система.
  - наиболее вероятное развитие событий.
8. Выберите пункты, соответствующие свойствам системы.
  - Целостность и членимость
  - Оппозиционность
  - Наличие существенных связей
  - Неделимость
  - Наличие структуры или организации
  - Наличие интегративного качества
  - Системность
9. Укажите способы построения модели
  - Вероятностный
  - Структурный (физически обоснованный)
  - Схематичный
  - Научно-обоснованный
  - Эмпирический (феноменологический)
  - Регламентированный
10. Выберите из списка виды компьютерного моделирования:
  - Инновационное моделирование
  - Имитационное моделирование
  - Систематическое моделирование
  - Статистическое моделирование
  - Гипотетическое моделирование
  - Численное моделирование
11. Выберите наиболее надежную структуру системы из представленных ниже (при минимальных требованиях к надежности отдельных элементов системы):

12. Укажите два основных свойства матрицы экспериментов
- Полнота
  - Рандомизированность
  - Экзистенциальность
  - Ортогональность
  - Нормальность
  - Другое:
13. Выберите верное определение. Внешние связи системы - это..
- это действия и взаимодействия элементов системы.
  - состав, масса или свойства полученных технологических продуктов.
  - взаимодействия системы с другими системами, воздействия системы на среду, воздействия среды на систему.
  - один из способов построения модели системы.
  - неконтролируемый вектор возмущений, компоненты которого неизвестны нам по величине.
  - Другое:
14. Приведите развернутый пример статичной системы в металлургии. Кратко обоснуйте свой пример.

### Тест 2 Статистическое моделирование

#### Вопросы теста:

1. Является ли экспериментом наблюдение за действующим технологическим процессом с фиксацией параметров на входе в систему (факторов) и результатов на выходе (откликов)? Если да, то активным или пассивным экспериментом? \*
- Является пассивным экспериментом
  - Является активным экспериментом
  - Не является экспериментом
2. Соответствие между возможными значениями случайной величины и вероятностями, с которыми эти значения принимаются, называется:
- Функцией распределения случайной величины
  - Коэффициентом корреляции
  - Законом распределения случайной величины
  - Функцией распределения закона случайной величины
3. Дайте развернутый ответ того, в чем отличие количественного и качественного экспериментов:
4. Математическое ожидание случайной величины это:
- Наиболее вероятное значение случайной величины
  - Такое число, что половина из элементов выборки больше него, а другая половина меньше.
  - Плотность распределения вероятности
  - Кучность расположения данных (разброс)
5. Приведите развернутый пример непрерывной случайной величины в металлургии.
6. Укажите как называется подход определения коэффициентов регрессионного уравнения, который базируется на удовлетворении условию совпадения линии регрессии с экспериментальными значениями в некоторых точках, выбранных в качестве опорных.
- Аппроксимирование
  - Интерполирование
  - Экстраполирование
  - Интерпретирование
7. Сопоставьте значения корреляционного соотношения в зависимости от тесноты связи между случайными величинами:
8. Выберите графики, отображающие нормальный закон распределения вероятности случайной величины:
9. Приведите развернутый пример металлургического процесса, в котором для определения уравнения взаимосвязи между параметрами на входе (факторы) и результатом на выходе (отклик) необходимо проводить многофакторный эксперимент
10. Выберите вариант ответа, правильно характеризующий задачи регрессионного анализа: \*
- Задачи, связанные с установлением аналитических зависимостей между переменным  $Y$  и одним или несколькими переменными, которые носят количественный характер
  - Задачи, в которых переменные  $X$  имеют качественный характер, а исследуется и устанавливается степень их влияния на переменную  $Y$ .
  - Задачи исследования наличия взаимосвязей между отдельными группами переменных
11. Опишите цель второго этапа построения и исследования регрессионной модели:
12. Выберите характеристику разброса экспериментально наблюдаемых точек относительно их среднего значения:
- Остаточная дисперсия
  - Коэффициент детерминации
  - Общая дисперсия
  - Средний квадрат отклонения линии регрессии от среднего значения
13. Укажите формулу для расчета дисперсии случайной величины
14. Выберите параметр, характеризующий тесноту линейной связи между двумя случайными величинами:
- Коэффициент корреляции
  - Корреляционное отношение
  - Среднеквадратичное отклонение
  - Регрессия

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

Контрольное мероприятие проводится в форме экзамена

Пример экзаменационного теста:

1. Приведите описание одного из свойств системы на ваш выбор. (Каждой системе присущ набор признаков (свойств). Выберите один из них и опишите его в развернутой форме)
2. Укажите преимущество централизованной структуры системы
  - Минимальное количество связей между элементами
  - Одинаковые требования к надежности всех элементов
  - Равноправность между элементами (элементы не отличаются друг от друга по свойствам)
  - Другое:
3. Укажите основные принципы моделирования
  - Принцип агрегирования
  - Принцип детализации
  - Принцип информационной достаточности
  - Принцип параметризации
  - Принцип осуществимости
  - Принцип множественности моделей
  - Принцип очередности
4. Приведите развернутый пример компьютерной модели технологического процесса в металлургии (процесс, параметры на входе, внутренние параметры, параметры на выходе, способ описания зависимости между входными и выходными параметрами).  
Необходимо написать свой вариант. Правильность ответа будет оцениваться персонально в ходе проверки.
5. В случае, если целью модели является установление законов изменения параметров модели (например изменение степени деформации по длине очага деформации), то такая модель является:
  - Дескриптивной
  - Управленческой
  - Классической
  - Оптимизационной
6. Укажите формулу алгебраического уравнения
7. Построение матрицы экспериментов относится к проведению пассивного или активного эксперимента?
  - К проведению активного эксперимента
  - К проведению пассивного эксперимента
8. Дисперсия случайной величины это:
  - Такое число, что половина из элементов выборки больше него, а другая половина меньше.
  - Наиболее вероятное значение случайной величины
  - Кучность расположения данных (разброс)
  - Плотность распределения вероятности
9. Что такое "корень уравнения"? Необходимо написать свой вариант. Правильность ответа будет оцениваться персонально в ходе проверки.
10. Укажите наиболее точную формулу численного интегрирования:
  - Формулу трапеций
  - Формулу левых прямоугольников
  - Формулу правых прямоугольников
  - Формулу средних прямоугольников

#### **5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Методика оценивания текущего контроля:

Оценка "зачтено" - задания выполнены полностью, технически грамотно оформлены.

Оценка "не зачтено" - задания выполнены не в полном объеме, имеются недочеты в оформлении заданий.

На экзамене оценивается уровень теоретических знаний обучающегося и развития его творческого мышления, наличие навыков самостоятельной работы и умение применять полученные знания к решению практических задач (при ответах на вопросы(задания) экзаменационного теста, дополнительные вопросы (при необходимости), также учитываются результаты работы обучающегося в течение учебного семестра)

Для оценивания уровня освоения учебного материала по дисциплине "Моделирование процессов и объектов в металлургии" используется следующая шкала оценок:

Оценка «отлично» ставится обучающемуся, ответ которого содержит:

- глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой: основной и дополнительной;
- знание концептуально-понятийного аппарата всего курса (программы практики);
- свидетельствует о способности самостоятельно критически оценивать основные положения курса и увязывать теорию с практикой.

Оценка «хорошо» ставится обучающемуся, ответ которого свидетельствует:

- о полном знании материала по программе дисциплины;
- о знании рекомендованной литературы: основной и дополнительной;
- содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Оценка «удовлетворительно» ставится обучающемуся, ответ которого содержит:

- поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;
- затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса;



- стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала, а также не выполнившего требования по освоению курса.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Леушин И.О.	Моделирование процессов и объектов в металлургии: учебник	Электронный каталог	Москва ФОРУМ, ИНФРА-М, 2013
Л1.2	Дьячко А.Г.	Математическое и имитационное моделирование производственных систем: научное издание	Электронный каталог	Москва МИСиС, 2007
Л1.3	Петров А.В. Петров А.В.	Моделирование процессов и систем: учебное пособие	Электронный каталог	Санкт-Петербург-Москва-Краснодар Издательство "Лань", 2015

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Елизаров И.А., Мартемьянов Ю.Ф., Схиртладзе А.Г., Третьяков А.А.	Моделирование систем: учебное пособие	Электронный каталог	Старый Оскол ТНТ, 2017
Л2.2	Е.В. Стельмашонок	Моделирование процессов и систем: учебник и практикум	Электронный каталог	Москва Юрайт, 2018

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	ООО НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARYi. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: Учебное пособие / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, Л.А. Зайнуллин, А.Р. Бондин, А.А. Бурыкин; Под общ. ред. Н.А. Спирина. — Екатеринбург: ООО «УИИЦ», 2015.	<a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26264240">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26264240</a>
Э2	ООО НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARYi. Ким И. Г., Латыпова Н. В., Моторина О. Л. Численные методы: учеб.-метод. пособие. Ч. 2. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2013. 64 с.	<a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21986817">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21986817</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru – URL: <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>
И.2	Открытое образование - <a href="https://openedu.ru/">https://openedu.ru/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
4	Моделирование процессов и объектов в металлургии	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к интернету
11	Моделирование объектов металлургического производства	30 посадочных мест, лингафонное оборудование, 15 компьютеров для студентов, 1 компьютер для преподавателя (все с выходом в Интернет), наушники, микрофоны, комплект аудио-, видео материалов, проектор, экран, комплект тематических презентаций, доступ к интернету

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Лекции проводятся с

использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point. На практических занятиях осваиваются как классические методы решения задач, так и с использованием пакетов прикладных программ. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций и практических занятий с широким привлечением мультимедийной техники, и современных пакетов прикладных программ, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Методические указания к оформлению лабораторных работ приведены в методическом пособии - №105 Правила оформления письменных работ мероприятий текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации (заданий контроля самостоятельной работы студентов, отчетов по практикам, курсовых работ/проектов, научно- исследовательских работ) - Выкса 2020г [http://elibrary.misis.ru/action.php? kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocument Id=12459](http://elibrary.misis.ru/action.php? kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocument Id=12459) (НТБ МИСиС)