

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 «24» июня 2025 г.  
протокол № 26

## Рабочая программа дисциплины

# Компьютерное моделирование металлургических процессов

Закреплена за кафедрой	<u><b>Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой</b></u>
Направление подготовки	22.03.02 Металлургия
Профиль	Технология производства металлized сырья
Квалификация	<u><b>Бакалавр</b></u>
Форма обучения	<u><b>Очная</b></u>
Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>

Часов по учебному плану	<u>180</u>	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		экзамен 7
аудиторные занятия	<u>34</u>	
самостоятельная работа	<u>110</u>	
часов на контроль	<u>36</u>	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Вид занятий				
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	110	110	110	110
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого:	180	180	180	180

Год набора 2025 г.

Программу составил:  
доцент, кандидат технических наук  
Черменев Евгений Александрович

---

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



---

*подпись*

Рабочая программа дисциплины

**Компьютерное моделирование металлургических процессов**

*наименование*

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС:

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 2025 года набора:

22.03.02 Металлургия,

Профиль: Технология производства металлизированного сырья,

утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 24.06.2025 г., протокол № 26.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

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

*наименование кафедры*

Протокол от «05» июня 2025 г. № 8

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой



---

*подпись*

А.В. Сазонов

«05» июня 2025 г.

Руководитель ОПОП ВО

зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой, кандидат  
технических наук, доцент



---

*подпись*

А.В. Сазонов

«05» июня 2025 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом и подготовка обучающихся в области моделирования металлургических процессов, формирование у обучающихся способности к использованию методов решения задач, возникающих при протекании металлургических процессов, с помощью различных моделей.	
Задачи дисциплины:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- приобретение обучающимися навыков в моделировании металлургических процессов;</li> <li>- научить обучающихся пользоваться математическими методами поиска оптимальных условий протекания металлургических процессов;</li> <li>- освоение и применение обучающимися современных систем инженерного расчета.</li> </ul>	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1. В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Математика
2.1.2	Информатика
2.1.3	Физика
2.1.4	Металлургические технологии
2.1.5	Тепломассообмен
2.1.6	Термодинамика и кинетика металлургических процессов
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Производственная практика (преддипломная)
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
<b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания.</b>	
Знать:	ОПК-1-31. Основы систематологии, основные закономерности протекания металлургических процессов.
Уметь:	ОПК-1-У1. Применять знание и понимание математики и других фундаментальных наук, лежащих в основе исследуемых процессов.
Владеть:	ОПК-1-В1. Навыками применения математического моделирования к описанию металлургических 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>	
Знать:	ОПК-5-31. Основные понятия и принципы моделирования систем; методы математического и оптимизационного моделирования.
Уметь:	ОПК-5-У1. Осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования.
Владеть:	ОПК-5-В1. Методами математического и оптимизационного моделирования металлургических процессов, современным программным обеспечением моделирования систем.
<b>ПК-2: Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.</b>	
Знать:	ПК-2-31. Методы и средства планирования и организации исследований и разработок; теоретические основы математического моделирования металлургических процессов.
Уметь:	ПК-2-У1. Анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок; выполнять исследование процессов, анализировать результаты, формулировать выводы и рекомендации.
Владеть:	ПК-2-В1. Навыками проведения эксперимента с помощью модели, анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1. Основы систематологии.</b>					
1.1	Структуры и системы. Классификация систем. Качества систем. /Лек/	7	2	ОПК-1-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 1.5	

1.2	Системные исследования. Способы разработки модели. Уровни разработки системы. Этапы разработки системы. /Лек/	7	1	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 1.5	
1.3	Построение структурной схемы доменного процесса. /Лаб/	7	2	ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-У1	Л. 1.2, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.4	
1.4	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы. /Ср/	7	4	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.2, Л. 2.4, Э 1	
1.5	Закрепление темы раздела путем изучения литературы в НТБ НИТУ «МИСиС» и ресурсов сети «Интернет». /Ср/	7	10	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.2, Л. 2.4, Э 1	
<b>Раздел 2. Моделирование систем.</b>						
2.1	Понятие модели. Цели моделирования. Основные виды моделирования. Стадии разработки модели. Классификация моделей. /Лек/	7	1	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 1.5, Л. 2.2, Л. 2.4	
2.2	Математическое моделирование. Целевая функция. Математическая модель и требования к ней. Алгоритм и уровни описания объектов при структурном подходе. Адекватность. Вычислительный эксперимент. Стыковка блоков модели. /Лек/	7	2	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 1.5, Л. 2.2, Л. 2.4	
2.3	Расчет термодинамической температуры начала восстановления оксидов твердым углеродом. /Лаб/	7	3	ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-У1	Л. 1.2, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.4	
2.4	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы. /Ср/	7	4	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.2, Л. 2.4, Э 1	
2.5	Закрепление темы раздела путем изучения литературы в НТБ НИТУ «МИСиС» и ресурсов сети «Интернет». /Ср/	7	10	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.2, Л. 2.4, Э 1	
<b>Раздел 3. Теоретические основы моделирования и оптимизации технологических систем.</b>						
3.1	Технологические системы в металлургии. Понятие оптимизации. Критерии оптимальности, их классификация, требования к ним. Методы построения обобщенных критериев оптимальности. Ограничения. Классификация оптимизационных задач. Методы решения оптимизационных задач. /Лек/	7	2	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 1.5, Л. 2.2, Л. 2.4	
3.2	Основные элементы теории	7	2	ОПК-1-31,	Л. 1.1,	

	оптимизации технологических систем. Сущность оптимизационных задач. Целевые функции. Параметры оптимизации металлургического процесса. /Лек/			ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 1.5, Л. 2.2, Л. 2.4	
3.3	Оптимизация объектов исследования. Постановка и пути решения оптимизационных задач. Однокритериальные и многокритериальные задачи оптимизации. Типы моделей объектов оптимизации. Стратегия и тактика оптимального управления. /Лек/	7	2	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 1.5, Л. 2.2, Л. 2.4	
3.4	Термодинамические расчеты металлургических шлаков. /Лаб/	7	3	ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-У1	Л. 1.2, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.4	
3.5	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы. /Ср/	7	4	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.2, Л. 2.4, Э 2	
3.6	Закрепление темы раздела путем изучения литературы в НТБ НИТУ «МИСиС» и ресурсов сети «Интернет». /Ср/	7	11	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.2, Л. 2.4, Э 2	
	<b>Раздел 4. Методы оптимизации технологических систем.</b>					
4.1	Методы одномерного поиска. Сравнение методов одномерного поиска. /Лек/	7	2	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 1.5, Л. 2.2, Л. 2.4	
4.2	Методы оптимизации многофакторных объектов. Градиентные методы оптимизации. Симплексный метод оптимизации и его модификации. /Лек/	7	1,5	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 1.5, Л. 2.2, Л. 2.4	
4.3	Оптимизация при наличии ограничений. Виды ограничений. Методы условной оптимизации. Особенности оптимизации объектов при наличии нескольких экстремумов. /Лек/	7	1,5	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 1.5, Л. 2.2, Л. 2.4	
4.4	Оптимизация однофакторных объектов при использовании метода общего поиска. /Лаб/	7	2	ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-У1	Л. 1.1, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.4	
4.5	Оптимизация однофакторных объектов при использовании метода деления интервала пополам. /Лаб/	7	2	ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-У1	Л. 1.1, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.4	
4.6	Оптимизация однофакторных объектов при использовании метода золотого сечения. /Лаб/	7	2	ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1,	Л. 1.1, Л. 2.1, Л. 2.2,	

				ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-У1	Л. 2.4	
4.7	Оптимизация однофакторных объектов при использовании метода Фибоначчи. /Лаб/	7	3	ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-У1	Л. 1.1, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.4	
4.8	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. /Ср/	7	24	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.2, Л. 2.4, Э 3	
4.9	Закрепление темы раздела путем изучения литературы в НТБ НИТУ «МИСиС» и ресурсов сети «Интернет». /Ср/	7	11	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.2, Л. 2.4, Э 3	
5.1	Выполнение расчетных заданий по учебной дисциплине. /Ср/	7	32	ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-У1	Л. 1.1, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.3, Л. 2.4, Э 2, Э 3	
5.2	Часы на контроль. /Контроль/	7	36	ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31	Л. 1.1, Л. 1.4, Л. 1.5, Л. 2.2, Э 1, Э 2, Э 3	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

#### *Перечень вопросов для подготовки к экзамену.*

#### **Раздел 1. Основы систематологии.**

1. Понятие структуры и системы. Классификация систем. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
2. Свойства систем. Подсистема. Элемент. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
3. Связь. Классификация связей. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
4. Простые и сложные системы. Качества сложных систем. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
5. Создание моделей. Классический подход. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
6. Системный подход. Уровни разработки системы. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
7. Этапы разработки системы. Определение границ системы. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
8. Подobie. Виды подобия. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)

#### **Раздел 2. Моделирование систем.**

9. Моделирование. Виды моделей. Стадии и цели моделирования. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
10. Классификация моделей. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
11. Металлургический процесс. Характеристика потоков. Формы воздействия. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
12. Классификация переменных, характеризующих материальный поток. Требования, предъявляемые к входным переменным. Требования, предъявляемые к выходным переменным. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)

#### **Раздел 3. Теоретические основы моделирования и оптимизации технологических систем.**

13. Оптимизация металлургического процесса. Функция цели, требования к ней. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
14. Математическая модель процесса. Классификация математических моделей. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
15. Этапы составления детерминированной математической модели. Вычислительный эксперимент. Его достоинства. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
16. Стыковка моделей. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
17. Оптимизация объектов исследования. Классификация задач. Ограничения. Виды оптимумов. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)

#### **Раздел 4. Методы оптимизации технологических систем.**

18. Характеристика методов одномерного поиска. Общий поиск. Деление интервала пополам. Метод золотого сечения. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31, ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-В1)
19. Метод Фибоначчи. Сравнение методов одномерной оптимизации. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
20. Методы оптимизации многофакторных объектов. Их классификация. Методы покоординатной оптимизации и случайного поиска. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31)
21. Градиентные методы оптимизации многофакторных объектов. Метод градиента. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31, ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-В1)
22. Оптимизация многофакторных объектов методом крутого восхождения. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31, ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-В1)
23. Симплексный метод оптимизации многофакторных объектов. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31, ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-В1)
24. Оптимизация многофакторных объектов методом деформируемого симплекса. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31, ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-В1)
25. Условная оптимизация. Оптимизация многофакторных объектов методом штрафных функций. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31, ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-В1)
26. Условная оптимизация. Линейное программирование. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31, ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-В1)
27. Условная оптимизация. Нелинейное программирование. (ОПК-1-31, ОПК-5-31, ПК-2-31, ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-В1)

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

Темы расчетных заданий по учебной дисциплине (ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-В1):

1. Использование методов условной оптимизации.
2. Использование метода деформируемого симплекса.

Выполняется по вариантам. Отчет оформляется на листах формата А4 с использованием MS Office.

Требования к содержанию отчета:

- постановка задачи с указанием конкретных значений исходных данных,
- программа решения задачи, позволяющая получить требуемую точность расчета,
- результаты расчетов,
- ответы на контрольные вопросы.

В семестре выполняется 7 лабораторных работ, тематика которых указана в п. 4 (ОПК-1-У1, ОПК-5-У1, ПК-2-У1, ОПК-1-В1, ОПК-5-В1, ПК-2-В1).

Выполняется подгруппами по 2 человека по вариантам. Выполнение работы и оформление отчета осуществляется с использованием MS Office. Отчет оформляется на листах формата А4.

Требования к содержанию отчета:

- постановка задачи с указанием конкретных значений исходных данных,
- программа решения задачи, позволяющая получить требуемую точность расчета,
- результаты расчетов,
- ответы на контрольные вопросы.

Подробное описание оценочных материалов для аттестации обучающихся приведено в ФОМ.

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

В 7 семестре по курсу предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет включает в себя 3 теоретических вопроса из установленного перечня.

Билеты хранятся на кафедре ММ им. С.П. Угаровой и утверждены заведующим кафедрой.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины

Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: экзамен в 7 семестре.

Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости - балльно-рейтинговая:

- посещение занятий – по 0,5 балла за 1 занятие (всего 17 занятий), итого не более 8 баллов;
- выполнение лабораторных работ – по 2 балла (всего 9 занятий), итого не более 18 баллов;
- защита лабораторных работ – по 2 балла (всего 7 работ), итого не более 14 баллов;
- выполнение расчетных заданий – по 10 баллов (всего 2 задания), итого не более 20 баллов.

ИТОГО не более 60 баллов в семестре.

Условие допуска к экзамену по дисциплине – наличие не менее 33 баллов семестровой работы.

Методика расчета оценки на экзамене. Ответ на экзамене оценивается в 40 баллов.

Критерии определения оценок на экзамене:

#### Оценка «отлично»

Обучающийся демонстрирует:

- глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами;
- способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- аргументированные, исчерпывающие ответы на все вопросы по билету, а также дополнительные вопросы экзаменатора;
- умение выполнять и обосновывать решение практических заданий высокого уровня сложности;
- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.

#### Оценка «хорошо»

Обучающийся демонстрирует:

- достаточно полное знание материала по содержанию изученной дисциплины;
- твердые знания теоретического материала;
- умение дать четкие ответы на поставленные вопросы;
- умение решать практические задания;
- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины.

Допускаются незначительные неточности в ответах на теоретические вопросы.

**Оценка «удовлетворительно»**

Обучающийся демонстрирует:

- поверхностные знания теоретического материала по изученной дисциплине;
- неполные ответы на основные вопросы, допуская ошибки в ответе; недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;
- неточные ответы на дополнительные вопросы;
- умение выполнять практические задания без грубых ошибок;
- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины.

**Оценка «неудовлетворительно»**

Обучающийся демонстрирует:

- существенные пробелы в знаниях учебного материала;
- принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений;
- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;
- отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий;
- незнание литературы, рекомендованной программой дисциплины.

**Оценка «неявка»** – обучающийся на экзамен не явился.

## 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	А.И. Барботько, А.О. Гладышкин	Основы теории математического моделирования : учебное пособие.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол : ООО "ТНТ", 2008. - 212 с.
Л. 1.2	Т.Н. Губина, И.Н. Тарова	Учебно-методическое пособие по дисциплине «Компьютерное моделирование» : учебное пособие.	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=272142">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=272142</a>	Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2004. – 155 с.
Л. 1.3	Б.В. Кучеряев, В.Б. Крахт, О.Г. Манухин	Моделирование процессов и объектов в металлургии : Ч. 1. Моделирование и оптимизация технологических систем. Учеб. пос.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Москва: МИСИС, 2004. - 62 с.
Л. 1.4	С.И. Дворецкий, Ю.Л. Муромцев, В.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе	Моделирование систем : учебник.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Москва: Издательский центр «Академия», 2009. - 320 с.
Л. 1.5	Б.Я. Советов, С.А. Яковлев	Моделирование систем : учебник для бакалавров.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Москва : Юрайт, 2013. - 343 с.

#### 6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л. 2.1	Н.Г. Агеев	Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Екатеринбург : издательство Уральского университета, 2016. - 108 с.
Л. 2.2	И.О. Леушин	Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Москва : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2013. - 208 с.
Л. 2.3	Ю.Ю. Тарасевич	Математические и компьютерное	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Москва : Едиториал



		моделирование [Текст] : вводный курс. Учебное пособие.		УРСС, 2003. - 144 с.
Л. 2.4	И.М. Федоткин	Математическое моделирование технологических процессов [Текст] : учебное пособие.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Москва : Книжный дом "Либроком", 2011. - 416 с.

### 6.1.3 Методические разработки

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

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

Э 1	Понятия модели и моделирования. Классификация моделей. <a href="https://docplayer.ru/74892018-Lekciya-1-ponyatiya-modeli-i-modelirovaniya-klassifikaciya-modeley.html">https://docplayer.ru/74892018-Lekciya-1-ponyatiya-modeli-i-modelirovaniya-klassifikaciya-modeley.html</a>
Э 2	Моделирование процессов и объектов в металлургии. <a href="https://studizba.com/lectures/129-inzheneriya/1938-modelirovanie-processov-i-obektov-v-metallurgii/37888-4-matematicheskie-metody-optimizacii-tehnologicheskikh-sistem.html">https://studizba.com/lectures/129-inzheneriya/1938-modelirovanie-processov-i-obektov-v-metallurgii/37888-4-matematicheskie-metody-optimizacii-tehnologicheskikh-sistem.html</a>
Э 3	Методы оптимизации. <a href="http://ecat.diit.edu.ua/ft/Optimization2_1.pdf">http://ecat.diit.edu.ua/ft/Optimization2_1.pdf</a>

### 6.3. Перечень программного обеспечения

П 1	Microsoft Office
П 2	MS Windows

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

	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

7.1	Аудитория № 301. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: - моноблок MSI AE2210 HR, - проектор для презентаций Epson EB-485W. - комплект учебной мебели на 25 посадочных мест. Аудитория № 306. Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: - рабочая станция Core i3-4130 – 4 шт, - рабочая станция HP Z420 – 8 шт - проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032, - комплект учебной мебели на 25 посадочных мест.
7.2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Аудитория № 306. Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: - рабочая станция Core i3-4130 – 4 шт, - рабочая станция HP Z420 – 8 шт, - проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032, - комплект учебной мебели на 25 посадочных мест.  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 «Компьютерное 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). 4. Отчеты по лабораторным работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office на листах формата А4. 5. Отчеты по расчетным заданиям выполняются с использованием MS Office на листах формата А4. 6. Активно работать с научными базами в сети Интернет.
---

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

При изучении дисциплины «Компьютерное моделирование металлургических процессов» необходимо использовать следующие учебные издания, разработанные на кафедре металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой и рекомендованные к использованию в учебном процессе:

- Королькова Л.Н. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Компьютерное моделирование металлургических процессов» для студентов, обучающихся по направлению 22.03.02 Металлургия;
- Королькова Л.Н. Методические указания для домашних заданий по дисциплине «Компьютерное моделирование металлургических процессов» для студентов, обучающихся по направлению 22.03.02 Металлургия.