

Рабочая программа утверждена  
решением Учёного совета

ВФ НИТУ «МИСИС»

от «30» мая 2024г.

протокол № 7-24

## Рабочая программа дисциплины (модуля) Моделирование объектов металлургического производства

Закреплена за кафедрой

Электрометаллургии

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль

Материаловедение и технологии новых материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180 Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 6

аудиторные занятия

54

самостоятельная работа

97

часов на контроль

27

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	19			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
Контроль самостоятельной работы	2	2	2	2
В том числе в форме практ.подготовки	22	22	22	22
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	56	56	56	56
Сам. работа	97	97	97	97
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*ктн, Еланский Дмитрий Геннадьевич*

Рабочая программа

**Моделирование объектов металлургического производства**

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 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, МиТМ-24.plx Материаловедение и технологии новых материалов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.12.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электрометаллургии**

Протокол от 27.05.2024 г., № 9

Зав. кафедрой Еланский Д.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

- 1.1 сформировать представление о теоретических основах математического моделирования, научить студентов использованию применительно к технологическим процессам металлургии.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП: Б1.В.ДВ.02

**2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

2.1.1 Основы металлургии

**2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

2.2.1 Научно-исследовательская работа

2.2.2 Специальные стали и сплавы

2.2.3 Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР

2.2.4 Производство специальных сталей

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ПК-1: Способен к выбору методов и средств испытаний и исследований изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства**

**ПК-1.2: Применяет знания об основных типах современных материалов, принципах их выбора для заданных условий эксплуатации**

**Знать:**

ПК-1.2-32 методы математической статистики, научные основы подготовки и проведения эксперимента

ПК-1.2-31 основные этапы и задачи планирования экспериментального исследования;

**Уметь:**

ПК-1.2-У2 выбирать технические средства для экспериментальных исследований, обрабатывать и анализировать результаты

ПК-1.2-У1 получать и анализировать математические модели исследуемых процессов и объектов на основе экспериментальных данных;

**Владеть:**

ПК-1.2-В2 методиками экспериментальных исследований, обработки результатов и представления данных

ПК-1.2-В1 навыками исследования процессов в области материаловедения;

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1. Основные понятия и определения</b>					
1.1	Натурный образец и модель. Математическая модель. Классификация моделей: по назначению, по уровню сложности, по выполняемой функции, по свойствам, по способу построения. Процесс построения математической модели. Особенности технологических процессов черной металлургии как объектов моделирования. /Лек/	6	2	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э6	
1.2	Процесс построения математической модели. Особенности технологических процессов черной металлургии как объектов моделирования. /Пр/	6	12	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э5 Э6	
1.3	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	6	20	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э5 Э6	
	<b>Раздел 2. Статистические методы построения моделей</b>					

2.1	Этапы построения статистической модели. /Лек/	6	2	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э5	
2.2	Этапы построения статистической модели. Виды распределений и центральная предельная теорема. Способы линеаризации функции. /Пр/	6	12	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э5	
2.3	Проработка материалов лекционных и практических занятий /Ср/	6	19	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э5	
<b>Раздел 3. Методы построения детерминированных моделей, описывающих термодинамическое равновесие химических систем</b>						
3.1	Параметры, описывающие равновесные термодинамические системы. Основные компоненты и базис компонент химических систем. Стехиометрическая матрица. Закон действующих масс /Лек/	6	2	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э2 Э3 Э4 Э5	
3.2	Система уравнений для поиска равновесных концентраций при использовании принципа максимума энтропии. Использование метода неопределенных множителей Лагранжа для поиска оптимума функции, имеющей ограничения в виде равенств. /Лек/	6	2	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э2 Э3 Э4 Э6	
3.3	Использование принципа минимума энергии Гиббса. Энергия Гиббса многофазной многокомпонентной системы /Лек/	6	2	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э2 Э3 Э4 Э6	
3.4	Проработка материалов лекционных и практических занятий /Ср/	6	10	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э6	
<b>Раздел 4. Динамические модели</b>						
4.1	Постановка задачи. Декомпозиция объекта моделирования, элементарные зоны, их взаимодействие. /Лек/	6	2	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э5	
4.2	Постановка задачи. Декомпозиция объекта моделирования, элементарные зоны, их взаимодействие. Синтез модели и ее идентификация /Лек/	6	2	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э6	
4.3	Динамика окислительных процессов. Модель с сосредоточенными параметрами. Модель с распределенными параметрами. /Пр/	6	12	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э6	
4.4	Проработка материалов лекционных и практических занятий /Ср/	6	16	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э6	
<b>Раздел 5. Методы оптимизации в задачах моделирования</b>						
5.1	Методы первого и второго порядков – выбор направления спуска, выбор способа движения вдоль направления спуска. /Лек/	6	2	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4 Э6	
5.2	Проработка материалов лекционных и практических занятий /Ср/	6	16	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4 Э6	
<b>Раздел 6. Использование принципа динамического моделирования</b>						
6.1	Принцип оптимальности Беллмана. Задача об оптимальной траектории /Лек/	6	2	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4 Э5 Э6	
6.2	Проработка материалов лекционных и практических занятий /Ср/	6	16	ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4 Э6	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Вопросы к экзамену ПК-1.8, УК-9.1, УК-10.5

1. Что понимается под объектом моделирования?
2. Что такое гипотеза в моделировании?
3. Дайте определение модели.
4. Что такое математическая модель?
5. Приведите пример аналогии в физических процессах.

6. Дайте классификацию процессов как объектов моделирования.
7. Чем отличаются стохастические процессы от детерминированных?
8. Опишите постановку задачи моделирования в общем виде.
9. Дайте общую классификацию математических моделей.
10. Какова структура модели математического программирования?
11. Что понимают под структурно-параметрическим описанием объекта моделирования?
12. В чем состоит различие между линейными и нелинейными моделями?
13. В каких случаях используется корреляционный коэффициент, а в каких – корреляционное отношение как критерий адекватности модели?
14. Дайте классификацию моделируемых процессов по характеру их протекания.
15. Сформулируйте задачу безусловной оптимизации.
16. Каковы необходимые и достаточные условия оптимальности в задачах одномерной безусловной оптимизации?
17. В чем состоит свойство унимодальности функций?
18. Сформулируйте утверждение, на которое опираются все методы одномерной минимизации.
19. Опишите алгоритм, позволяющий найти начальный отрезок локализации минимума.
20. Назовите преимущества и недостатки методов дихотомии, Фибоначчи и золотого сечения.
21. В чем состоит суть интерполяционных методов минимизации?
22. Дайте определение направления убывания. Сформулируйте необходимые и достаточные условия направления убывания
23. В чем состоит общая идея методов спуска? Укажите хотя бы один метод, являющийся методом спуска.
24. Что такое моно- и мультимодальные функции?

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

ПК-1.8, УК-9.1, УК-10.5

Выполнение домашних заданий на тему: " Решение транспортной задачи", "Расчет энтропии системы", " Выполнение статистической модели". Принцип оптимальности Беллмана. Задача об оптимальной траектории.

Практическая работа №1 Натурный образец и модель. Математическая модель. Классификация моделей: по назначению, по уровню сложности, по выполняемой функции, по свойствам, по способу построения. Процесс построения математической модели. Особенности технологических процессов черной металлургии как объектов моделирования.

Практическая работа №2 Этапы построения статистической модели. Виды распределений и центральная предельная теорема. Способы линеаризации функции.

Практическая работа №3 Постановка задачи. Декомпозиция объекта моделирования, элементарные зоны, их взаимодействие. Синтез модели и ее идентификация.

Практическая работа №4 Динамика окислительных процессов. Модель с сосредоточенными параметрами. Модель с распределенными параметрами.

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

ПК-1.8, УК-9.1, УК-10.5

Экзаменационный билет № 1

1. Что такое математическая модель?
2. Приведите пример аналогии в физических процессах.
3. В чем состоит суть интерполяционных методов минимизации?

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

Оценку "отлично" получает студент правильно ответивший на все вопросы билет

Оценку "хорошо" получает студент ответил на 2 вопроса экзамена

Оценку "удовлетворительно" получает студент, показавший посредственные знания в освоении дисциплины

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Елизаров И.А. Елизаров И.А., Мартемьянов Ю.Ф., Схиртладзе А.Г., Третьяков А.А.	Моделирование систем: учебное пособие	Электронный каталог	Старый Оскол ТНТ, 2017

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Дьячко А.Г. Дьячко А.Г.	Математическое и имитационное моделирование производственных систем: научное издание	Электронный каталог	Москва МИСиС, 2007

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

Э1	Моделирование процессов и объектов в металлургии	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=63313">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=63313</a>
Э2	Моделирование процессов и объектов в металлургии	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=144941">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=144941</a>
Э3	Моделирование процессов и объектов в металлургии	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=222588">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=222588</a>
Э4	Моделирование процессов и объектов в металлургии	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=435672">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=435672</a>
Э5	Моделирование процессов и объектов в металлургии	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=84995">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=84995</a>
Э6	Энтропия и информация. Ч. 1	<a href="http://elcat.lib.misis.ru/vmsua5379ghkip/app/webroot/index.php?url=/SearchForms/index/2">http://elcat.lib.misis.ru/vmsua5379ghkip/app/webroot/index.php?url=/SearchForms/index/2</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Office
П.2	LMS Canvas
П.3	Microsoft PowerPoint
П.4	Microsoft Excel
П.5	Microsoft Word
П.6	MS Teams

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

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
11	Моделирование объектов металлургического производства	30 посадочных мест, лингафонное оборудование, 15 компьютеров для студентов, 1 компьютер для
11	Моделирование объектов металлургического производства	30 посадочных мест, лингафонное оборудование, 15 компьютеров для студентов, 1 компьютер для
11	Моделирование объектов металлургического производства	30 посадочных мест, лингафонное оборудование, 15 компьютеров для студентов, 1 компьютер для
11	Моделирование объектов металлургического производства	30 посадочных мест, лингафонное оборудование, 15 компьютеров для студентов, 1 компьютер для
6	Моделирование объектов металлургического производства	Компьютеры, доступ к интернету

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий, курсового проекта, задач и вопросов для внутрисеместрового контроля знаний. Это обеспечивается методическими разработками, созданными в электронном формате, существенно повышающими эффективность самостоятельной работы студентов.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

На практических занятиях и при выполнении домашних занятий 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.