



Программу составил(и):

*ктн, Зав.каф., Еланский Дмитрий Геннадьевич*

---

---

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, ЭМ-21.plx Металлургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.06.2021, протокол № 9-21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электromеталлургии**

Протокол от 26.06.2021 г., №10

Зав. кафедрой Еланский Д.Г. \_\_\_\_\_

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

- |     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Цель освоения дисциплины - сформировать представление о теоретических основах математического моделирования, научить студентов использованию применительно к технологическим процессам черной металлургии. |
|-----|--|

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
-------------------	------

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

2.1.1	Теория и технология производства стали
-------	--

2.1.2	Экстракция черных металлов
-------	----------------------------

2.1.3	Математика
-------	------------

2.1.4	Теплофизика и теплотехника
-------	----------------------------

2.1.5	Термодинамика и кинетика сталеплавильных процессов
-------	--

2.1.6	Информационные технологии в металлургии
-------	---

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

2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
-------	--

2.2.2	Проектирование металлургических цехов
-------	---------------------------------------

2.2.3	Разливка и кристаллизация стали
-------	---------------------------------

2.2.4	Производство цветных металлов и ферросплавов
-------	--

2.2.5	Научная-исследовательская работа
-------	----------------------------------

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

**ОПК-1:** Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания

**ОПК-1.2:** Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования

**Знать:**

ОПК-1.2-31 основные способы решения задач в профессиональной деятельности

**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

**ОПК-5.3:** Проводит оптимизацию экспериментов с целью создания адекватной модели

**Знать:**

ОПК-5.3-31 основы математического моделирования

**ОПК-5.2:** Применяет навыки подготовки и проведения экспериментальных исследований

**Знать:**

ОПК-5.2-31 модели конкретного рассматриваемого процесса в металлургии

**УК-1:** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач

**УК-1.3:** Выбирает оптимальный вариант решения задачи с использованием соответствующих методов

**Знать:**

УК-1.3-31 как осуществлять поиск необходимой информации для решения поставленных задач

**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

**ОПК-5.4:** Применяет программное обеспечение при моделировании, анализе и экспериментальных исследований для решения проблем в профессиональной области

<b>Знать:</b>
ОПК-5.4-31 способы приобретения новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий
<b>ОПК-5.3: Проводит оптимизацию экспериментов с целью создания адекватной модели</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-5.3-У1 применять принципы математического моделирования к технологическим процессам металлургии
<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 осуществлять информационный поиск при выполнении работы
<b>ОПК-5.2: Применяет навыки подготовки и проведения экспериментальных исследований</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-5.2-У1 проводить экспериментальные исследования с применением моделирования
<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 решать стандартные профессиональные задачи
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>УК-1.3: Выбирает оптимальный вариант решения задачи с использованием соответствующих методов</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1.3-У1 находить способы решения поставленных задач
<b>Владеть:</b>
УК-1.3-В1 информацией по решению задач в профессиональной деятельности
<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 навыками решения инженерных задач с использованием программного обеспечения
<b>ОПК-5.2: Применяет навыки подготовки и проведения экспериментальных исследований</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-5.2-В1 навыками в поиске информационных технологий
<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 навыками решения инженерных задач на базе имеющихся теоретических знаний
<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-5.3: Проводит оптимизацию экспериментов с целью создания адекватной модели</b>
<b>Владеть:</b>

ОПК-5.3-В1 навыками проведения эксперимента						
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	Основные понятия и определения /Лек/	6	8	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
1.2	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. /Пр/	6	16	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
	<b>Раздел 2. Статистические методы построения моделей</b>					
2.1	Статистические методы построения моделей /Лек/	6	10	УК-1.3 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
2.2	Этапы построения статистической модели. Виды распределений и центральная предельная теорема. Способы линеаризации функции. /Пр/	6	20	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
	<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	10	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
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	4	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
3.3	Использование принципа минимума энергии Гиббса. Энергия Гиббса многофазной многокомпонентной системы. /Лек/	6	4	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
	<b>Раздел 4. Динамические модели</b>					
4.1	Постановка задачи. Декомпозиция объекта моделирования, элементарные зоны, их взаимодействие. Синтез модели и ее идентификация. /Лаб/	6	9	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
4.2	Динамика окислительных процессов. Модель с сосредоточенными параметрами. Модель с распределенными параметрами. /Лаб/	6	9	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
	<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. /Ср/	6	10	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
	<b>Раздел 6. Использование принципа динамического моделирования</b>					
6.1	Методы оптимизации в задачах моделирования /Ср/	6	13	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
	Контроль	6	27	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	
	КСР	6	2	УК-1.3 ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.4	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Приложение)

## 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., Мартемьянов Ю.Ф., Схиртладзе А.Г., Третьяков А.А.	Моделирование систем: учебное пособие	Электронный каталог	Старый Оскол ТНТ, 2017
Л1.2	Леушин И.О.	Моделирование процессов и объектов в металлургии	Электронный каталог	Москва, 2013

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Стельмашонок Е.В.	Моделирование процессов и систем: учебник и практикум	Электронный каталог	Москва Юрайт, 2018
Л2.2	Исаев О.Б., Чичкарев Е.А., Кислица В.В. и др	Моделирование современных процессов внепечной обработки и непрерывной разливки стали	Электронный каталог	Москва Металлургиздат, 2008

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

Э1	Кучеряев Б.В. Крахт В.Б. Соколов П.Ю. Моделирование процессов и объектов в металлургии ;	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=5437">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=5437</a>
----	---	---

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Windows 7 Professional
П.2	MicrosoftOffice 2007
П.3	антивирусное ПО Dr.Web
П.4	MS Teams
П.5	LMS Canvas

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

И.1	Научная электронная библиотека <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>
И.2	Электронная библиотека МИСиС <a href="http://lib.misis.ru">http://lib.misis.ru</a>
И.3	ЭБС Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
И.4	Российская платформа открытого образования <a href="http://openedu.ru">http://openedu.ru</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
4	Моделирование процессов и объектов в металлургии	Аудитория № 4 для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций: доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MSTeams, VisualStudio, комплект тематических презентаций
5	Моделирование процессов и объектов в металлургии	Аудитория № 5 Компьютерный класс для проведения практических занятий, занятий лекционного типа, семинарского типа, лабораторных работ, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций: доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (16 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MSTeams, VisualStudio, комплект тематических презентаций, Виртуальный лабораторный комплекс: - Сталевар электропечи (ДСП) - Сталевар установки внепечной обработки стали: агрегат печь-ковш - Разливщик стали: слябовая машина непрерывного литья заготовок
29	Моделирование процессов и объектов в металлургии	Кабинет № 29 помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
46	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся	доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio

## 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 PowerPoint.

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, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам (математика, информатика, теоретическая механика, сопротивление материалов, и др.).