



Программу составил(и):

*к.тн, Доц., Кузько Евгений Иванович*

---

---

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-21.plx Материаловедение и технологии новых материалов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.06.2021, протокол № 9-21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электрометаллургии**

Протокол от 26.06.2021 г., №10

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
-------	--------------------

2.1.2	Технология конструкционных материалов
-------	---------------------------------------

**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**

**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-1.2:** Использует принципы системного подхода для решения поставленных задач

**Знать:**

УК-1.2-31 основные этапы решения задач в профессиональной деятельности

**ПК-2:** Способен участвовать в проведении комплексных исследований, испытаниях и аналитических расчетах при изучении изделий и процессов их производства

**ПК-2.1:** Применяет прикладные программные средства для моделирования условий эксплуатации деталей и инструмента с целью более эффективной реализации возможностей материалов или термической и химико-термической обработки

**Знать:**

ПК-2.1-31 основные этапы и задачи планирования экспериментального исследования;

**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 основные фундаментальные знания для освоения дисциплины

**УК-1.1:** Осуществляет поиск и анализ необходимой информации, для решения поставленной задачи

**Знать:**

УК-1.1-31 как осуществлять поиск необходимой информации для решения поставленных задач

**ПК-2:** Способен участвовать в проведении комплексных исследований, испытаниях и аналитических расчетах при изучении изделий и процессов их производства

**ПК-2.2:** Использует в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении

**Знать:**

ПК-2.2-31 методы математической статистики, научные основы подготовки и проведения эксперимента

**ПК-2.1:** Применяет прикладные программные средства для моделирования условий эксплуатации деталей и инструмента с целью более эффективной реализации возможностей материалов или термической и химико-термической обработки

**Уметь:**

ПК-2.1-У1 получать и анализировать математические модели исследуемых процессов и объектов на основе

экспериментальных данных;						
<b>ПК-2.2: Использует в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении</b>						
<b>Уметь:</b>						
ПК-2.2-У1 выбирать технические средства для экспериментальных исследований, обрабатывать и анализировать результаты						
<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 применять знания для проведения различных методов исследования;						
<b>УК-1.2: Использует принципы системного подхода для решения поставленных задач</b>						
<b>Уметь:</b>						
УК-1.2-У1 профессионально решать поставленные задачи						
<b>УК-1.1: Осуществляет поиск и анализ необходимой информации, для решения поставленной задачи</b>						
<b>Уметь:</b>						
УК-1.1-У1 находить способы решения поставленных задач						
<b>Владеть:</b>						
УК-1.1-В1 информацией по решению задач в профессиональной деятельности						
<b>ПК-2: Способен участвовать в проведении комплексных исследований, испытаниях и аналитических расчетах при изучении изделий и процессов их производства</b>						
<b>ПК-2.2: Использует в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении</b>						
<b>Владеть:</b>						
ПК-2.2-В1 методиками экспериментальных исследований, обработки результатов и представления данных						
<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>Владеть:</b>						
УК-1.3-В1 методами выбора варианта решения задач;						
<b>УК-1.2: Использует принципы системного подхода для решения поставленных задач</b>						
<b>Владеть:</b>						
УК-1.2-В1 различными способами решения поставленных задач						
<b>ПК-2: Способен участвовать в проведении комплексных исследований, испытаниях и аналитических расчетах при изучении изделий и процессов их производства</b>						
<b>ПК-2.1: Применяет прикладные программные средства для моделирования условий эксплуатации деталей и инструмента с целью более эффективной реализации возможностей материалов или термической и химико-термической обработки</b>						
<b>Владеть:</b>						
ПК-2.1-В1 навыками исследования процессов в области металлургии;						
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ</b>						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Основные понятия и определения					

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	6	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
1.2	Процесс построения математической модели. Особенности технологических процессов черной металлургии как объектов моделирования. /Пр/	6	12	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.1	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
1.3	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	6	20	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.1	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
	<b>Раздел 2. Статистические методы построения моделей</b>					
2.1	Этапы построения статистической модели. /Лек/	6	6	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
2.2	Этапы построения статистической модели. Виды распределений и центральная предельная теорема. Способы линеаризации функции. /Пр/	6	12	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.1	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
2.3	Проработка материалов лекционных и практических занятий, выполнение курсовой работы /Ср/	6	15	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.1	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
	<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	6	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
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	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
3.3	Использование принципа минимума энергии Гиббса. Энергия Гиббса многофазной многокомпонентной системы /Лек/	6	6	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
3.4	Проработка материалов лекционных и практических занятий, выполнение курсовой работы /Ср/	6	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.1	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
	<b>Раздел 4. Динамические модели</b>					
4.1	Постановка задачи. Декомпозиция объекта моделирования, элементарные зоны, их взаимодействие. /Лек/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
4.2	Постановка задачи. Декомпозиция объекта моделирования, элементарные зоны, их взаимодействие. Синтез модели и ее идентификация /Лек/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
4.3	Динамика окислительных процессов. Модель с сосредоточенными параметрами. Модель с распределенными параметрами. /Пр/	6	12	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.1	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	

4.4	Проработка материалов лекционных и практических занятий, выполнение курсовой работы /Ср/	6	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.1	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
<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-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
5.2	Проработка материалов лекционных и практических занятий, выполнение курсовой работы /Ср/	6	12	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.1	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
<b>Раздел 6. Использование принципа динамического моделирования</b>						
6.1	Принцип оптимальности Беллмана. Задача об оптимальной траектории /Лек/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
6.2	Проработка материалов лекционных и практических занятий, выполнение курсовой работы /Ср/	6	12	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.1	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
	КСР	6	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.1	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	
	Контроль	6	27	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.1	Л1.1Л1.2Л2.1 Л2.2	

### 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	Петров А.В.	Моделирование процессов и систем	Электронный каталог	СПб Изд. «Лань», 2015
Л1.2	Кучеряев Б.В. Крахт В.Б. Соколов П.Ю.	Моделирование процессов и объектов в металлургии ; учебное пособие № 393;	<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>	Изд. Дом 2009

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Дьячко А.Г.	Математическое и имитационное моделирование производственных систем: научное издание	Электронный каталог	Москва МИСиС, 2007
Л2.2	Елизаров И.А. Мартемьянов Ю.Ф., Схиртладзе А.Г., Третьяков А.А.	Моделирование систем: учебное пособие	Электронный каталог	Старый Оскол ТНТ, 2017

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

##### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Windows 7 Professional
П.2	Microsoft Office 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
11	Моделирование объектов металлургического производства	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций: доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор, экран, рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций студентов, 1 компьютер для преподавателя (все с выходом в Интернет), наушники, микрофоны, комплект аудио-, видео материалов, проектор, экран, комплект тематических презентаций, доступ к интернету
5	Моделирование объектов металлургического производства	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, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций, 1 компьютер для преподавателя (все с выходом в Интернет), наушники, микрофоны, комплект аудио-, видео материалов, проектор, экран, комплект тематических презентаций, доступ к интернету
46	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория помещение для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду: 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 (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. 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.