

Рабочая программа утверждена  
 решением Ученого Совета  
 ВФ НИТУ МИСиС  
 от «28» июня 2021г.  
 протокол № 9-21

## 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	<b>Бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану	180 Формы контроля в семестрах:
в том числе:	экзамен бкурсовая работа 6
аудиторные занятия	72
самостоятельная работа	79
часов на контроль	27

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	<b>6 (3.2)</b>		Итого	
	18			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
КСР	2	2	2	2
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	74	74	74	74
Сам. работа	79	79	79	79
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*ктн, 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.