

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Высший филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Документ подписан простого электронного подписью
Информация о документе
ФИО: Кудашов Дмитрий Викторович
Должность: Директор Высунского филиала НИТУ "МИСИС"
Дата подписания: 16.09.2026 15:28:56
Уникальный программный ключ:
619b0f17f7227a6c5a9c00aabb42f2de121f088

Рабочая программа утверждена
решением Учёного совета
ВФ НИТУ «МИСИС»
от «30» мая 2024г.
протокол № 7-24

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Моделирование процессов и объектов в металлургии**

Закреплена за кафедрой	Электрометаллургии
Направление подготовки	22.03.02 Металлургия
Профиль	Металлургия черных металлов
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	заочная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе:	экзамен 6
аудиторные занятия	72
самостоятельная работа	77
часов на контроль	27

Формы контроля в семестрах:

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
Контроль самостоятельной работы	4	4	4	4
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	76	76	76	76
Сам. работа	77	68	77	68
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	171	180	171

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-24 ЗО.plx Металлургия черных металлов, 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	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	
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
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
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	
Знать:	
ОПК-5.4-31 способы приобретения новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий	
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-5.4: Применяет программное обеспечение при моделировании, анализе и экспериментальных исследований для решения проблем в профессиональной области	
Уметь:	
ОПК-5.4-У1 осуществлять информационный поиск при выполнении работы	
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	
Уметь:	
ОПК-1.2-У1 решать стандартные профессиональные задачи	
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

Владеть:

ОПК-5.4-B1 навыками решения инженерных задач с использованием программного обеспечения

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

Владеть:

ОПК-1.2-B1 навыками решения инженерных задач на базе имеющихся теоретических знаний

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

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	Основные понятия и определения /Лек/	6	8	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э6	
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	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э6	
1.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников. /Ср/	6	8	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 2. Статистические методы построения моделей					
2.1	Статистические методы построения моделей /Лек/	6	10	ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э5	
2.2	Этапы построения статистической модели. Виды распределений и центральная предельная теорема. Способы линеаризации функции. /Пр/	6	20	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э6	
2.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных источников. /Ср/	6	12	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	
	Раздел 3. Методы построения детерминированных моделей, описывающих термодинамическое равновесие химических систем					
3.1	Параметры, описывающие равновесные термодинамические системы. Основные компоненты и базис компонент химических систем. Стехиометрическая матрица. Закон действующих масс /Лек/	6	6	ОПК-1.2 ОПК-5.4	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	4	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э2 Э3 Э4 Э5	
3.3	Использование принципа минимума энергии Гиббса. Энергия Гиббса многофазной многокомпонентной системы. /Лек/	6	4	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	

3.4	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников. /Ср/	6	8	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э5 Э6	
	Раздел 4. Динамические модели					
4.1	Постановка задачи. Декомпозиция объекта моделирования, элементарные зоны, их взаимодействие. Синтез модели и ее идентификация /Лек/	6	4	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э4	
4.2	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников. /Ср/	6	10	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э5	
	Раздел 5. Методы оптимизации в задачах моделирования					
5.1	Методы первого и второго порядков – выбор направления спуска, выбор способа движения вдоль направления спуска. /Ср/	6	16	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4 Э5 Э6	
	Раздел 6. Использование принципа динамического моделирования					
6.1	Методы оптимизации в задачах моделирования /Ср/	6	14	ОПК-1.2 ОПК-5.4	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4 Э5 Э6	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Вопросы к экзамену ПК-3.1, ПК-1.5, ОПК-2.1, УК-7.2

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-3.1, ПК-1.5, ОПК-2.1, УК-7.2

Домашнее задание №1

Домашнее задание №2

Домашнее задание №3

ПК-3.1, ПК-1.5, ОПК-2.1, УК-7.2

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.
 ПК-3.1, ПК-1.5, ОПК-2.1, УК-7.2
 Лабораторная работа №1 Постановка задачи. Декомпозиция объекта моделирования, элементарные зоны, их взаимодействие. Синтез модели и ее идентификация.
 Лабораторная работа №2 Динамика окислительных процессов. Модель с сосредоточенными параметрами. Модель с распределенными параметрами.

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

Экзаменационный билет № 1_

Дисциплина Моделирование процессов и объектов в металлургии
 Направление подготовки 22.03.02 Металлургия
 Профиль подготовки Металлургия черных металлов

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

6.3 Перечень программного обеспечения

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

П.7	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr	
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных		
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
32	Моделирование процессов и объектов в металлургии	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Моделирование процессов и объектов в металлургии	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Моделирование процессов и объектов в металлургии	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
6	Моделирование процессов и объектов в металлургии	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, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам (математика, информатика, теоретическая механика, сопротивление материалов, и др.). Конспект лекций Конспект дополнительных материалов Отчёт по трем ДЗ Собеседование Отлично 1. Знать основные принципы моделирования. 2. Уметь создавать модели различных металлургических процессов. 3. Уметь находить способы оптимизации модели различных металлургических процессов. Хорошо 1. Знать основные принципы моделирования. 2. Уметь создавать модели различных металлургических процессов. Удовлетворительно 1. Знать основные принципы моделирования. Не удовлетворительно Не иметь знаний в области моделирования.		