

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 28.07.2023 14:13:11

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Modelling and optimization in physical metallurgy / Моделирование и оптимизация в металловедении

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения цветных металлов

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Физическое металловедение (iPhD)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

24

самостоятельная работа

102

часов на контроль

54

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	24	24	24	24
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	102	102	102	102
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):
к.тн, доцент, Чурюмов А.Ю.

Рабочая программа

Modelling and optimization in physical metallurgy / Моделирование и оптимизация в металловедении

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-22-11.plx Физическое металловедение (iPhD), утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Физическое металловедение (iPhD), утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра металловедения цветных металлов

Протокол от 20.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения Солонин А.Н.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Формирование у студентов специальных знаний, умений и навыков по методам компьютерного и математического моделирования и оптимизации структуры и свойств металлических материалов и технологических процессов, а также освоение практических навыков компьютерного моделирования в металлургии и металловедении.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Metallic materials: structure, properties and application / Металлические материалы: структура, свойства и применение	
2.1.2	Modern equipment and techniques for investigation of structure and properties of metallic alloys/Современное оборудование и методы исследования структуры и свойств металлов и сплавов	
2.1.3	Аддитивные технологии металлических материалов	
2.1.4	Информационные технологии	
2.1.5	Компьютерное проектирование и инжиниринг. Часть 2	
2.1.6	Современные производственные технологии	
2.1.7	Теория термической обработки металлов	
2.1.8	Термодинамическое моделирование материалов	
2.1.9	Компьютерное проектирование и инжиниринг	
2.1.10	Оказание первой помощи пострадавшим	
2.1.11	Основы физики металлов	
2.1.12	Прикладное материаловедение 1. Основы металловедения.	
2.1.13	Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.1.14	Современные проблемы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.1.15	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
Знать:
УК-4-31 Виды и этапы решения задачи оптимизации технологических процессов
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Знать:
УК-2-35 Основы моделирования с использованием клеточных автоматов
ПК-1: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания новых сплавов, керамических или композиционных материалов
Знать:
ПК-1-31 Виды и этапы решения задачи оптимизации технологических процессов
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
Знать:
ОПК-4-31 Методы системного анализа
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Знать:

УК-2-33 Особенности моделей, основанных на искусственных нейронных сетях
УК-2-31 Классификацию математических моделей
УК-2-32 Особенности регрессионных моделей
УК-2-34 Принципы расчета напряженно-деформированного состояния методом конечных элементов
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-4-У1 Применять инновационные методы решения инженерных задач
УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
Уметь:
УК-4-У1 Эффективно функционировать в национальном и международном коллективах
ПК-1: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания новых сплавов, керамических или композиционных материалов
Уметь:
ПК-1-У1 Осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания новых сплавов
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Уметь:
УК-2-У1 Применять инновационные методы решения инженерных задач
ПК-1: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания новых сплавов, керамических или композиционных материалов
Владеть:
ПК-1-В1 Современным программным обеспечением, реализующим метод конечных элементов
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Владеть:
УК-2-В1 Навыками моделирования с использованием клеточных автоматов
УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
Владеть:
УК-4-В1 Современными коммуникативными технологиями
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-4-В1 Находить пути оптимизации технологических процессов на основе моделей производственных систем

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Введение в математическое моделирование							

1.1	Общая классификация математических моделей /Ср/	3	4	УК-2-31 УК-2-32 УК-2-33 УК-2-34 УК-2-35 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Э1		КМ1	
1.2	Регрессионный анализ /Ср/	3	8	УК-2-32	Л1.1 Э1		КМ1	
1.3	Искусственные нейронные сети /Пр/	3	4	УК-2-33	Л1.3 Э1		КМ1	
1.4	Построение модели напряжения течения материала при горячей пластической деформации /Ср/	3	8	УК-2-32	Л1.1 Э1		КМ1	
1.5	Построение математической модели эволюции микроструктуры в процессе горячей пластической деформации /Ср/	3	8	УК-2-32	Л1.2 Э1		КМ1	
1.6	Построение модели напряжения течения сплава с использованием искусственной нейронной сети /Ср/	3	10	УК-2-33	Л1.3 Э1			
	Раздел 2. Метод конечных элементов							
2.1	Введение в метод конечных элементов /Пр/	3	8	УК-2-34	Л1.4 Э1		КМ1	
2.2	Моделирование технологических процессов с применением метода конечных элементов /Пр/	3	8	УК-2-34	Л1.4 Э1		КМ1	
2.3	Расчет механических свойств сплавов с использованием метода конечных элементов /Ср/	3	12	УК-2-34	Л1.4 Э1		КМ1	
2.4	Моделирование структуры сплавов при горячей пластической деформации с использованием метода конечных элементов /Ср/	3	20	УК-2-34 УК-2-35	Л1.4 Э1		КМ1	
2.5	Построение модели процесса горячей пластической деформации с использованием метода конечных элементов /Ср/	3	20	УК-2-34	Л1.4 Э1		КМ1	
	Раздел 3. Метод клеточных автоматов							
3.1	Использование метода клеточных автоматов для моделирования структуры сплавов при литье и деформации /Пр/	3	4	УК-2-35	Э1		КМ2	
3.2	Разработка модели динамической рекристаллизации сплава с использованием метода клеточных автоматов /Ср/	3	12	УК-2-35	Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа №1	УК-2-31;УК-2-32;УК-2-33;УК-2-34;УК-2-У1;ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-4-31;УК-4-У1;УК-4-В1;УК-2-35;УК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные области применения метода конечных элементов в металлургии. Достоинства и недостатки метода. 2. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений механики деформации и теплопроводности и их реализация в системах, использующих метод конечных элементов. 3. Уравнения связи структурных характеристик и параметров технологии термомеханической обработки, используемых при решении задач методом конечных элементов. 4. Системы дифференциальных уравнений теплопроводности и теплопередачи, используемых при решении задач методом конечных элементов. 5. Системы дифференциальных уравнений механики деформации, используемых при решении задач методом конечных элементов. 6. Математические основы применения метода конечных элементов. Области применения. 7. Основные свойства и методы их экспериментального определения для моделирования металлургических процессов методом конечных элементов.
КМ2	Контрольная работа №2	УК-2-35;УК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные положения и термины метода клеточных автоматов. 2. Области применения и недостатки метода клеточных автоматов. 3. Методика разработки моделей с использованием клеточных автоматов.

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

Построение математических моделей зависимости структуры и свойств сплавов от состава и технологии получения
Разработка компьютерных моделей промышленных процессов пластической деформации.

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

Экзаменационные билеты приведены в Приложении

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

Результаты текущего контроля знаний, умений и навыков, обеспечивающих формирование компетенции, закрепленных за данной дисциплиной, учитываются при проведении промежуточной аттестации, в том числе на основе балльно-рейтинговой системы.

Оценочные материалы текущего контроля успеваемости могут быть использованы при формировании фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Все баллы, набранные в семестре, суммируются и относятся к общей сумме максимально возможных баллов, умножаются на 100 %.

Оценивание ответов на вопросы при защите лабораторных работ

Оценка Критерии оценивания

5 «Отлично» Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер

4 «Хорошо» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера

3 «Удовлетворительно» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей

Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов, допускает значительные неточности

2 «Неудовлетворительно» Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы

Оценивание ответов на вопрос контрольной работы

Балл Критерии оценивания

3 Обучающийся полностью и аргументированно отвечает на вопрос

2 Обучающийся отвечает на вопрос, но не может полностью его раскрыть

1	Обучающийся правильно понимает вопрос, но отвечает однозначно и коротко
0	Обучающийся не понимает вопроса и неправильно отвечает (или вообще не отвечает) на поставленный вопрос

Оценивание результатов обучения:

Оценка Процент набранных в семестре баллов

5	«Отлично»	от 86%
4	«Хорошо»	до 85%
3	«Удовлетворительно»	до 65%
2	«Неудовлетворительно»	до 50%

Промежуточная аттестация проводится с целью оценки качества освоения обучающимися содержания дисциплины. При проведении промежуточной аттестации обучающийся демонстрирует знания, умения и навыки, приобретенные в процессе изучения дисциплины, которые характеризуют результат освоения совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины.

В случае, если обучающийся в течение семестра не набрал баллов, соответствующих оценке «удовлетворительно» и выше, то для него проводится аттестация в форме устного экзамена.

Результаты обучения по дисциплине, характеризующие освоение совокупности компетенций (части компетенций), при проведении промежуточной аттестации или по результатам БРС оцениваются по четырех-балльной системе 7

Результаты БРС Результат формирования компетенции

5	«Отлично»	от 86%	Компетенция сформирована
4	«Хорошо»	до 85%	
3	«Удовлетворительно»	до 65%	
2	«Неудовлетворительно»	до 50%	Компетенция не сформирована

«Отлично»

Обучающийся демонстрирует:

- глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами;
- способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- аргументированные, исчерпывающие ответы на все вопросы по билету, а также дополнительные вопросы экзаменатора;
- умение выполнять и обосновывать решение практических заданий высокого уровня сложности;
- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам;
- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы

«Хорошо»

Обучающийся демонстрирует:

- знание основных терминов по содержанию изученной дисциплины;
- твердые знания теоретического материала;
- умение дать четкие ответы на поставленные вопросы;
- умение решать практические задания;
- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины.

Допускаются незначительные неточности в ответах на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий

«Удовлетворительно»

Обучающийся демонстрирует:

- знания теоретического материала по изученной дисциплине;
- неполные ответы на основные вопросы, допуская ошибки в ответе; недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;
- неточные ответы на дополнительные вопросы;
- умение выполнять практические задания без грубых ошибок;
- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины

«Неудовлетворительно»

Обучающийся демонстрирует:

- существенные пробелы в знаниях учебного материала;
- принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений;
- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;
- отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий;
- незнание литературы, рекомендованной программой дисциплины

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Трусов П. В.	Введение в математическое моделирование: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Логос, 2004

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Диков А. В., Степанова С. В., Сугробов Г. В.	Математическое моделирование и численные методы: учебное пособие	Электронная библиотека	Пенза: Пензенский государственный педагогический университет (ПГПУ), 2000
Л1.3	Петровичев Е. И.	Введение в искусственные нейронные сети: учеб. пособие по дисц. "Нейротехнологии в управлении"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2008
Л1.4	Крискович С. М., Скрипаленко М. М., Будников А. С., др.	Компьютерное моделирование технологических процессов ОМД (N 3856): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Наукометрическая база данных Scopus	https://www.scopus.com/
----	-------------------------------------	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	CAD

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Программы реализующие метод конечных элементов
-----	--

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
К-307	Лаборатория	установка для измерения удельной электропроводности ИЭ-1; весы с точностью измерения до четвертого знака после запятой; калориметр DTA/DSC Setaram; дилатометр Linseis L75; установка для лазерной сварки/пайки/напайки МУЛ-1 Л 200
Б-033	Лаборатория "Деформационно-термические процессы":	комплекс физического моделирования термомеханических процессов системы Gleeble 3800
К-112	Аудитория для самостоятельной работы	стационарные компьютеры 10 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования: мультимедийный проектор, доска, экран проекционный; плоттер Roland Camm-1 Servo, комплект учебной мебели

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа обучающихся является формой организации образовательного процесса по дисциплине, стимулирующей активность, самостоятельность и познавательный интерес студентов.

Самостоятельная работа обучающихся предусматривает углубленное изучение разделов и тем дисциплины, основных и дополнительных источников учебной и научной литературы.

Самостоятельная работа направлена на поиск учебной и научной информации, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, на выработку умений и навыков рациональной организации своей деятельности.

Самостоятельная работа включает следующие виды деятельности:

- работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку лекционных материалов (конспекты, презентации) и учебной литературы;
- поиск (подбор) и обзор научной и учебной литературы с использованием библиотечных и электронных образовательных ресурсов, источников информации в сети «Интернет» по изучаемой теме дисциплины;
- освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения;
- подготовка к практическим, семинарским и лабораторным занятиям;
- подготовка к экзамену.

Основная литература:

1. Будников А. и др. Компьютерное моделирование технологических процессов ОМД. МИСиС. 2019.

2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. Вильямс. 2006.