

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 28.07.2023 14:13:10

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)

Термодинамическое моделирование материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения цветных металлов

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Физическое металловедение (iPhD)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.т.н., в.н.с., Чеверикин В.В.

Рабочая программа

Термодинамическое моделирование материалов

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 к.т.н. Солонин А.Н.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Ознакомление студентов с основами термодинамическим моделированием, основными используемыми моделями для описания фаз для различных материалов
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Компьютерное проектирование и инжиниринг	
2.1.2	Современные проблемы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Modelling and optimization in physical metallurgy / Моделирование и оптимизация в металловедении	
2.2.2	Thermal and thermomechanical treatment of special steels and alloys / Термическая и термомеханическая обработка сталей и сплавов	
2.2.3	Защита интеллектуальной собственности	
2.2.4	Конструирование металлических материалов	
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен обоснованно использовать знания для анализа типовых технологических процессов металлов и сплавов, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки металлических изделий в области металловедения и технологии материалов	
Знать:	
ПК-2-31 модели, используемые для описания термодинамических свойств фаз	
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-4-32 Основы термодинамического моделирования и построения диаграмм	
ОПК-4-31 Экспериментальные методы определения термодинамических свойств материалов, а также об ограничениях каждого метода.	
ПК-2: Способен обоснованно использовать знания для анализа типовых технологических процессов металлов и сплавов, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки металлических изделий в области металловедения и технологии материалов	
Уметь:	
ПК-2-У1 строить термодинамические модели фаз	
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-У2 строить многокомпонентные базы данны	
ОПК-4-У1 строить термодинамические модели фаз	
ПК-2: Способен обоснованно использовать знания для анализа типовых технологических процессов металлов и сплавов, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки металлических изделий в области металловедения и технологии материалов	
Владеть:	
ПК-2-В1 навыками построения термодинамических свойств фаз	
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 навыками построения многокомпонентных диаграмм
ОПК-4-В2 навыками определения термодинамических свойств материалов

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. Основы термодинамического моделирования							
1.1	Анализ моделей используемых в базах данных чистых элементов /Пр/	2	10	ПК-2-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			Р1
1.2	Анализ моделей используемых в базах данных чистых элементов /Ср/	2	16	ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л1.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			Р2
	Раздел 2. Экспериментальные методы определения термодинамических свойств материалов							
2.1	Калориметрия: классификация калориметров, определение энтальпий образования, смешения, превращения. Различные виды дифференциальная сканирующая калориметрия: определение теплоемкости, определение энтальпии химических реакций и фазовых переходов. /Пр/	2	10	ПК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2	Л1.1 Л1.2Л1.1			Р3
2.2	Калориметрия: классификация калориметров, определение энтальпий образования, смешения, превращения. Различные виды дифференциальная сканирующая калориметрия: определение теплоемкости, определение энтальпии химических реакций и фазовых переходов. /Ср/	2	20	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л1.1			Р4
	Раздел 3. Термодинамическое моделирование фаз							
3.1	Моделирование термодинамических свойств простых растворов и соединений /Пр/	2	3	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1	Л1.2Л2.1 Л1.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			Р5
3.2	Моделирование термодинамических свойств простых растворов /Ср/	2	18	ПК-2-31 ПК-2-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-32 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л1.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			Р6

	Раздел 4. Оптимизация двойных и тройных систем, построение многокомпонентных баз данных							
4.1	Построение базы данных для 2-х и 3-х систем на основании известных параметров /Пр/	2	11	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2	Л1.2Л2.1 Л1.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			Р7
4.2	Построение экспериментальных файлов для проведения оптимизации систем. Оптимизация системы с определением соответствующих параметров. Построение новых баз данных /Ср/	2	20	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2	Л1.2Л1.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			Р8

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	Зачёт с оценкой	ОПК-4-31;ОПК-4-32;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-4-У2;ОПК-4-В2;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Примерные темы для зачета 1. Термодинамика. Теория и практика 2. Моделирование фазовых диаграмм 3. Кристаллизация: неравновесная и равновесная 4. Моделирование термической обработки

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Практическая работа 1 Анализ моделей используемых в базах данных чистых элементов	ОПК-4-У1;ПК-2-У1	Анализ моделей используемых в базах данных чистых элементов
Р2	Самостоятельная работа 1	ПК-2-31;ПК-2-У1	Анализ моделей используемых в базах данных чистых элементов
Р3	Практическая работа 2 Калориметрия: классификация калориметров, определение энтальпий образования, смешения, превращения. Различные виды дифференциальная сканирующая калориметрия: определение теплоемкости, определение энтальпии химических реакций и фазовых переходов.	ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ПК-2-В1	Калориметрия: классификация калориметров, определение энтальпий образования, смешения, превращения. Различные виды дифференциальная сканирующая калориметрия: определение теплоемкости, определение энтальпии химических реакций и фазовых переходов.

P4	Самостоятельная работа 2 Калориметрия: классификация калориметров, определение энтальпий образования, смешения, превращения. Различные виды дифференциальная сканирующая калориметрия: определение теплоемкости, определение энтальпии химических реакций и фазовых переходов	ОПК-4-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Калориметрия: классификация калориметров, определение энтальпий образования, смешения, превращения. Различные виды дифференциальная сканирующая калориметрия: определение теплоемкости, определение энтальпии химических реакций и фазовых переходов
P5	Практическая работа 3 Моделирование термодинамических свойств простых растворов и соединений	ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Моделирование термодинамических свойств простых растворов и соединений
P6	Самостоятельная работа 3 Моделирование термодинамических свойств простых растворов	ПК-2-31;ПК-2-У1;ОПК-4-31;ОПК-4-32;ОПК-4-У1	Моделирование термодинамических свойств простых растворов
P7	Практическая работа 4 Построение базы данных для 2-х и 3-х систем на основании известных параметров	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Построение базы данных для 2-х и 3-х систем на основании известных параметров
P8	Самостоятельная работа 4 Построение экспериментальных файлов для проведения оптимизации систем. Оптимизация системы с определением соответствующих параметров. Построение новых баз данных	ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ПК-2-31;ПК-2-В1;ПК-2-У1	Построение экспериментальных файлов для проведения оптимизации систем. Оптимизация системы с определением соответствующих параметров. Построение новых баз данных

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

Экзамен не предусмотрен.

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

Обучающийся для получения зачета должен выполнить все работы, указанные в данном курсе.
Оценка формируется как среднеарифметическая из оценок за текущие практические и самостоятельные работы.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний студента

Предполагается следующая шкала оценок:

- а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;
- б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
- г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Физическая химия: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987
Л1.2	Жуховицкий А. А.	Химическая термодинамика и теория растворов: задачи по физ. химии	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1976

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Захаров А. М.	Диаграммы состояния двойных и тройных систем: пособие для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1978
Л2.2	Белов Н. А., Хван А. В.	Основы материаловедения: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Поздняков А. В., Чеверикин В. В.	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л3.2	Поздняков А. В., Чеверикин В. В., Яковцева О. А.	Thermodynamic computations and analysis of the phase diagrams of multicomponent systems: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Описание ПО ThermoCalc	https://www.thermocalc.com/
Э2	Описание ПО MTDATA	http://mtdata-uk.com/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ThermoCalc
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	SpringerMaterials (https://materials.springer.com/)
И.2	An Open Quantum Materials Database (http://oqmd.org/)
И.3	Открытая экспериментальная база данных интерметаллидов (http://tptc.iit.edu/index.php/thermo-database)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-307	Лаборатория	установка для измерения удельной электропроводности ИЭ-1; весы с точностью измерения до четвертого знака после запятой; каллориметр DTA/DSC Setaram; дилатометр Linseis L75; установка для лазерной сварки/пайки/напайки МУЛ-1 Л 200
К-303	Лаборатория	печь термическая ШОЛ ЭКСИ-1 (5 шт.), Nabertherm Kotom модернизированный, устройство для измерения длительной твердости на базе Твердомера ТШ-2, сушильный шкаф SNOL 58/360 (2 шт.), универсальный твердомер 930N Wolpert&Wilson, машины для испытаний на многоцикловую усталость Instron RRM-A2 (2 шт.), машины для испытаний на ползучесть и длительную прочность Instron M3 (2 шт.), маятниковый копер Instron POE2000 для испытаний на ударную вязкость
К-317	Лаборатория	Световые металлографические микроскопы 16 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования: доска, экран, комплект учебной мебели
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.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина требует большой самостоятельной работы. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе.

Для успешного освоения материала студентам рекомендуется сначала ознакомиться с учебным материалом, изложенным в лекциях и основной литературе, затем выполнить самостоятельные задания, при необходимости обращаясь к дополнительной литературе. При подготовке к практическим занятиям можно выделить два этапа:

- организационный, на котором студент планирует свою самостоятельную работу,
- рабочий, на котором осуществляется непосредственная подготовка студента к занятию.

Самостоятельная работа с рекомендованной литературой.

При работе с основной и дополнительной литературой целесообразно придерживаться такой последовательности. Сначала прочитать весь заданный материал, чтобы составить представление об изучаемом материале, понять общий смысл прочитанного. Затем прочитать вторично, чтобы в ходе чтения понять и запомнить смысл каждой фразы, каждого положения и вопроса в целом. Продуктивно сопровождать чтение записями (план прочитанного текста, тезисы, выписки, конспектирование и др.) Если содержание материала несложное, легко усваиваемое, можно ограничиться составлением плана. Если материал содержит новую и трудно усваиваемую информацию, целесообразно его законспектировать.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний студента

Предполагается следующая шкала оценок:

- а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;
- б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
- г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

--