

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 26.07.2023 14:16:41

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)

Thermodynamics and kinetics in materials science / Термодинамика и кинетика в материаловедении

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Advanced Metallic Materials and Engineering / Современные металлические материалы и инжиниринг

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

46

самостоятельная работа

80

часов на контроль

54

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	46	46	46	46
Итого ауд.	46	46	46	46
Контактная работа	46	46	46	46
Сам. работа	80	80	80	80
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):
кфмн, доцент, Родин А.О.

Рабочая программа

Thermodynamics and kinetics in materials science / Термодинамика и кинетика в материаловедении

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-22-10А.plx Advanced Metallic Materials and Engineering / Современные металлические материалы и инжиниринг, 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, Advanced Metallic Materials and Engineering / Современные металлические материалы и инжиниринг, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физической химии

Протокол от 22.06.2021 г., №11-20/21

Руководитель подразделения Салимон А.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель курса – формирование у студентов умений и навыков проведения термодинамического анализа поведения систем и оценки скоростей процессов в твердых телах..
1.2	
1.3	Задачи курса:
1.4	Научить:
1.5	Анализу возможности протекания процессов, устойчивости систем;
1.6	Поиску равновесных состояний в гомогенных и гетерогенных системах, включая твердые и жидкие растворы;
1.7	Проведению термодинамического анализа для оптимизации процессов;
1.8	Оценке скоростей процессов, включая массоперенос, зарождение и диффузионный рост фаз;
1.9	навыкам самостоятельной работы с литературой.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Diffusion in solids / Диффузия в твердых телах	
2.2.2	Mechanical spectroscopy of metallic materials / Механическая спектроскопия металлических материалов	
2.2.3	Modern equipment and techniques for investigation of structure and properties of metallic alloys / Современное оборудование и методы исследования структуры и свойств металлических материалов	
2.2.4	Technology and Materials of Quantum Electronics / Технологии и материалы квантовой электроники	
2.2.5	Solar Energy Systems Design and Construction / Конструкции солнечных установок	
2.2.6	Thermal and thermomechanical treatment of special steels and alloys / Термическая и термомеханическая обработка сталей и сплавов	
2.2.7	Scientific research / Научно-исследовательская практика (преддипломная)	
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

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 базы данных для анализа термодинамики и кинетики процессов в твердых телах	
Уметь:	
ОПК-4-У1 пользоваться базами данными для анализа термодинамики и кинетики процессов в твердых телах и осуществлять расчеты в рамках соответствующих моделей	
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии	
Уметь:	
ОПК-1-У1 решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний,	
Владеть:	
ОПК-1-В1 навыком формулирования производственных и/или исследовательских проблем на языке термодинамических и кинетических моделей	

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. Термодинамика простых систем. Гомогенные и гетерогенные реакции. Окисление / восстановление металлов							
1.1	Термодинамический анализ. Основные уравнения. Энергия Гиббса. /Пр/	1	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.5 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Э1			
1.2	Направление процессов. Окисление металлов. /Пр/	1	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1			
1.3	Окисление – восстановление. Анализ систем с двумя и более химическими реакциями. /Пр/	1	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1			
1.4	Термодинамика простых систем. Гомогенные и гетерогенные реакции. Окисление / восстановление металлов /Ср/	1	12	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1			
	Раздел 2. Системы с несколькими реакциями. Процессы, контролирующие равновесие в системе. Растворение газов и фазообразование в растворах							
2.1	Растворение. Реакции в растворах. /Пр/	1	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1			
2.2	Реакции с образованием конденсированных фаз /Пр/	1	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1			
2.3	Системы с несколькими реакциями. Процессы, контролирующие равновесие в системе. Растворение газов и фазообразование в растворах /Ср/	1	24	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1		КМ2	Р2
	Раздел 3. Формальная кинетика. Конкурирующие процессы. Контролирующие стадии.							
3.1	Скорость процесса. Гомогенные и гетерогенные процессы. /Пр/	1	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1			
3.2	Скорость окисления. Соударение. Молекулярная теория. /Пр/	1	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1			
3.3	Конкурирующие процессы и контролирующие стадии /Ср/	1	20	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1		КМ3	Р3

Раздел 4. Массоперенос. Рост фаз. Пористость								
4.1	Скорость образования и число зародышей. Гетерогенное зарождение. /Пр/	1	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1			
4.2	Скорость роста фаз. Диффузионный рост. Коалесценция /Пр/	1	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1			
4.3	Рост и аннигиляция пор /Пр/	1	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1			
4.4	Массоперенос. Диффузия. /Ср/	1	24	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л1.5 Л2.2 Э1		КМ4	Р4

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	домашнее задание 1	ОПК-4-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ОПК-4-31	константа равновесия. расчет равновесия на основе термодинамических баз данных
КМ2	домашнее задание 2	ОПК-4-У1;ОПК-1-В1;ОПК-4-31;ОПК-1-У1	Расчет равновесия в системе с несколькими реакциями в том числе в растворах
КМ3	домашнее задание 3	ОПК-4-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ОПК-4-31	Расчет равновесия в системе с несколькими стадиями
КМ4	домашнее задание 4	ОПК-4-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ОПК-4-31	оценка скорости процесса

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
P1	homework 1 To predict the equilibrium state in system with one reaction using the approach with equilibrium constant	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Расчет равновесного состава для систем с одним доминирующим процессом. Анализ зависимости выхода реакции от параметров
P2	homework 2 To predict the equilibrium state in the system by minimization of Gibbs energy	ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ОПК-4-У1;ОПК-4-31	Расчет равновесного состава для многокомпонентных, многофазных систем. Анализ зависимости равновесного состава от параметров
P3	Homework 3 To calculate the kinetic of Al (Mg, Ti) oxidation using the formal kinetic approach	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Оценка скорости гетерофазного процесса используя макроскопические и атомистические представления

P4	Homework 4 To calculate the kinetics of growth/dissolution of intermetallic particles in metals or To calculate the kinetics of vacancy pores growth/annihilation.	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	по выбору проводится расчет скорости одного из процессов, приводящих к существенным изменениям (улучшению или деградации) свойств материалов
----	--	-------------------------------------	--

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

Зачет с оценкой проставляется на основании выполненных домашних заданий с учетом качества их выполнения.

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

Оценка отлично (excellent) ставится, если студент набрал 85% и более баллов (из 60)

Оценка хорошо (good) ставится, если студент набрал 70% и более баллов (но менее 85)

Оценка удовлетворительно (satisfactory) ставится, если студент набрал 50% и более баллов.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Бокштейн Б. С., Менделев М. И., Похвиснев Ю. В.	Физическая химия: термодинамика и кинетика: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л1.2	Малютина Ю. Н., Батаев И. А., Ленивецова О. Г., Лазуренко Д. В.	Термодинамика фазовых превращений и диффузия в металлах и сплавах: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017
Л1.3	Тимакова Е. В.	Физическая химия: химическая термодинамика: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016
Л1.4	Белашенко Д. К., Гущина Е. И., Томилин И. А.	Физическая химия: Раздел: Химическая термодинамика: Метод. указания для выполнения домашних работ	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1983

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	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
Л2.2	Ulanovskiy I. V.	Hydrogen diffusion and porosity formation in aluminium	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	ScienceDirect - сайт научных публикаций	Э1	ScienceDirect - сайт научных публикаций www.sciencedirect.com
----	---	----	--

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Физическая химия
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Холл библиотеки (Г)	Библиотека:	комплект специализированной мебели
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс 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

If you really wish to learn, you must read the lectures and to solidify your understanding by reproducing the main derivations by yourself, with summary enclosed. If you have difficulties, go ahead, open the summary, find out you are missing, and repeat. There are the computer tests for self-study. Do not ignore these! Discuss these questions with other students or with tutors.

Once you feel you understand the theoretical issues, try to solve problems. Be persistent. The only way to solve the problems, which illustrate or expand upon the theory – to solve them.

Finally, be accurate with home works and laboratory works. They are the powerful tool for training.

рекомендуется дополнительно использовать следующую литературу

- a) Boris S. Bokstein, Mikhail I. Mendeleev, David J. Srolovitz, Thermodynamics and kinetics in materials science (a short course), Oxford University Press, 2005.
- b) Prigogine, Ilya and Dufay, Raymond. Chemical Thermodynamics. Longmans, Green. 1954.
- c) Leonard M. Sandler. Advanced condensed matter. Cambridge Univ. Press, 2009.