

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 25.09.2023 15:15:40

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)

# Термодинамика металлических растворов

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

03.03.02 ФИЗИКА

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 7

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 93

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*дфмн, Профессор, Калошкин Сергей Дмитриевич*

Рабочая программа

**Термодинамика металлических растворов**

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 03.03.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА, 03.03.02-БФ3-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.03.02 ФИЗИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физической химии**

Протокол от 21.06.2022 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Салимон А.И.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины – научить использовать термодинамическую теорию для расчета равновесий в металлических системах и определения движущих сил превращений
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.09
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Высшая математика. Спецглавы.	
2.1.2	Квантовая механика	
2.1.3	Методы исследования материалов	
2.1.4	Фазовые равновесия и структурообразование	
2.1.5	Физика поверхности	
2.1.6	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.7	Линейная алгебра	
2.1.8	Методы контроля и анализа веществ	
2.1.9	Теория поверхностных явлений	
2.1.10	Теория функций комплексных переменных	
2.1.11	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.12	Электродинамика	
2.1.13	Кристаллография	
2.1.14	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.15	Методы математической физики	
2.1.16	Теоретическая механика и основы теории упругости.	
2.1.17	Физика	
2.1.18	Электротехника	
2.1.19	Математика	
2.1.20	Органическая химия	
2.1.21	Информатика	
2.1.22	Химия	
2.1.23	Инженерная и компьютерная графика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Квантовые вычисления	
2.2.2	Методы вычислительной физики	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Статистические расчеты равновесий	
2.2.8	Теоретическая нанофотоника	
2.2.9	Термодинамика неравновесных процессов	
2.2.10	Термодинамика сложных систем	
2.2.11	Физика низкоразмерных систем	
2.2.12	Фотоника	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ОПК-1:** Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

**Знать:**

ОПК-1-32 теорию идеальных и реальных растворов

ОПК-1-31 основные понятия термодинамики твердых растворов

<b>ПК-2: Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок в области физики</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок в области физики
<b>ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У2 проводить расчеты активности компонентов раствора
ОПК-1-У1 проводить анализ устойчивости твердых растворов
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 методикой расчета активности компонентов раствора

#### 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
	<b>Раздел 1. Общие понятия термодинамики твердых растворов</b>							
1.1	Термодинамические функции, избыточные термодинамические величины. Экспериментальные методы определения термодинамических величин – интегральных и парциальных. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.2	Понятие активности. Выбор стандартного состояния /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.3	Выполнение индивидуального задания. Решение задач по термодинамике растворов /Ср/	7	15	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.4	Идеальные и реальные растворы. Положительные и отрицательные отклонения термодинамических величин /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.5	Парциальные величины. Закон Гиббса-Дюгема /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.6	Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/	7	15	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			

1.7	Химический потенциал. Общее условие термодинамического равновесия /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.8	Экспериментальные методы определения активности /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.9	Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/	7	17	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
	<b>Раздел 2. Термодинамические модели растворов</b>							
2.1	Метод Вагнера расчета термодинамических величин многокомпонентных сплавов /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.2	Расчет активности углерода и азота в сталях методом Вагнера . Тест /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.3	Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/	7	10	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.4	Статистическая теория регулярных растворов. Энтальпия образования регулярного раствора /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.5	Определение энтальпии образования регулярного раствора по температуре расслоения раствора /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.6	Выполнение индивидуального задания. Подготовка презентации /Ср/	7	10	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.7	Энтропия и энергия Гиббса образования регулярного раствора /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			

2.8	Определение активностей компонентов регулярного раствора /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.9	Выполнение индивидуального задания. Подготовка презентации /Ср/	7	8	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
<b>Раздел 3. Термодинамика растворов внедрения</b>								
3.1	Статистическая теория растворов внедрения /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.2	Вычисление активностей компонентов в твердых растворах /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.3	Выполнение индивидуального задания. Подготовка презентации /Ср/	7	8	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.4	Активность углерода и азота в много-компонентных сплавах железа. Влияние углерода на свойства металлических материалов. Методы получения материалов /Лек/	7	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.5	Доклады презентаций /Пр/	7	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.6	Выполнение индивидуального задания. Подготовка к зачету /Ср/	7	10	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 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	Тест	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ПК-2-У1	<p>1. Задачи курса «Термодинамика сплавов». Термодинамические функции, избыточные термодинамические величины. Экспериментальные методы определения термодинамических величин – интегральных и парциальных.</p> <p>2. Активность. Выбор стандартного состояния. Зависимость активности от температуры.</p> <p>3. Парциальные величины. Закон Гиббса-Дюгема, расчет активности второго компонента при известной концентрационной зависимости активности первого компонента.</p> <p>4. Идеальные и реальные растворы. Положительные и отрицательные отклонения термодинамических величин. Концентрационные области применимости законов Генри и Рауля.</p> <p>5. Химический потенциал. Общее условие термодинамического равновесия.</p> <p>6. Экспериментальные методы определения активности: по измерению давления пара, метод ЭДС, по изучению гетерогенных равновесий.</p> <p>7. Метод Вагнера расчета термодинамических величин многокомпонентных сплавов.</p> <p>8. Статистическая теория регулярных растворов. Энтальпия образования регулярного раствора.</p> <p>9. Энтропия и энергия Гиббса образования регулярного раствора.</p> <p>10. Определение энтальпии образования регулярного раствора по температуре расслоения раствора.</p> <p>11. Определение активностей компонентов регулярного раствора.</p> <p>12. Спинодальный распад. Области абсолютной и относительной неустойчивости. Статистическая теория растворов внедрения. Вычисление активностей основного и внедренного компонентов.</p> <p>13. Основные типы мест для внедрения в ОЦК и ГЦК решетках. Зависимость активности примеси от числа пор приходящихся на 1 атом основного металла.</p> <p>14. Растворы внедрения, активность углерода и азота в многокомпонентных сплавах железа.</p> <p>15. Квазихимическое приближение растворов. Энтальпия и энтропия упорядочения.</p>
-----	------	--	---

### 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	РЕФЕРАТ	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ПК-2-У1	<p>ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ</p> <p>1 Основные положения теории высокоэнтропийных сплавов</p> <p>2 Применимость теории регулярных растворов к реальным металлическим системам</p> <p>3. Метод Миедема для оценки энтальпии образования твердых растворов</p>

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

1. Тест по теории Вагнера твердых растворов
2. Задачи по определению термодинамических свойств твердых растворов и их компонентов

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

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляет их после дополнительных и наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания для решения простых задач, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка» – обучающийся на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Арсенкин А. М., Быкова Ю. С., Горшенков М. В., др., Калошкин С. Д.	Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Современные методы исследований функциональных материалов: учебно-метод. пособие: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Абрамов Н. Н., Белов В. А., Гершман Е. И., др., Калошкин С. Д.	Современные методы исследований функциональных материалов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Metallургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Жуховицкий А. А.	Химическая термодинамика и теория растворов: задачи по физ. химии	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1976

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Нанотехнологии и наноматериалы Федеральный интернет портал	<a href="http://www.portalnano.ru/">http://www.portalnano.ru/</a>		
----	--	---	--	--

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office			
П.2	Консультант Плюс			
П.3	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr			
П.4	ESET NOD32 Antivirus			
П.5	Win Pro 10 32-bit/64-bit			

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Каталог Российской государственной библиотеки (РГБ) [Электронный ресурс]. – <a href="http://www.aleph.rsl.ru">http://www.aleph.rsl.ru</a> (Ссылки на внешний сайт.)Ссылки на внешний сайт..			
-----	---	--	--	--

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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
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.
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



Вид промежуточной аттестации по дисциплине, установленный учебным планом, определяет состав ФОС.  
Общая процедура и сроки проведения оценочных мероприятий соответствуют регламентам текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.  
Промежуточный контроль (экзамен) предназначен для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.  
Экзамен принимается преподавателем - ведущим лектором и выставляется на основе результатов контрольных мероприятий семестра.