

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:11:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2eb454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Фазовые превращения в многокомпонентных системах

Закреплена за подразделением

Кафедра обработки металлов давлением

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Деформационная обработка металлов и сплавов

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

38

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.тн, доцент, Наумова Евгения Александровна; д.тн, профессор, Белов Николай Александрович*

Рабочая программа

**Фазовые превращения в многокомпонентных системах**

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 Metallurgy, 22.04.02-ММТ-22-7.plx Деформационная обработка металлов и сплавов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Metallurgy, Деформационная обработка металлов и сплавов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра обработки металлов давлением**

Протокол от 17.05.2022 г., №8

Руководитель подразделения Алещенко А.С.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	на основе современных представлений материаловедения и термодинамики научиться анализировать фазовые превращения в многокомпонентных системах, в том числе применительно к промышленным сплавам
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Методы и инструменты бережливого производства	
2.2.2	Моделирование технологических процессов	
2.2.3	Плавка и литье металлов и сплавов	
2.2.4	Разработка и реализация предпринимательских проектов	
2.2.5	Сплавы с памятью формы	
2.2.6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Преддипломная практика	

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

<b>ОПК-3: Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-3-31 Принципы анализа фазового состава многокомпонентных сплавов с использованием графических изображений диаграмм состояния	
<b>ПК-1: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 Принципы анализа фазового состава многокомпонентных сплавов с использованием графических изображений диаграмм состояния	
<b>ОПК-3: Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-3-У1 Анализировать фазовый состав многокомпонентных сплавов с использованием графических изображений диаграмм состояния	
<b>ПК-1: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 Анализировать фазовый состав многокомпонентных сплавов с использованием графических изображений диаграмм состояния	
<b>ОПК-3: Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>	
<b>Владеть:</b>	
ОПК-3-В1 Методикой расчета фазового состава многокомпонентных сплавов в программе Thermo-Calc	
<b>ПК-1: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1-В1 Методикой расчета фазового состава многокомпонентных сплавов в программе Thermo-Calc	

**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. 1. Тройные системы</b>							
1.1	Изображение состава тройных сплавов на концентрационном треугольнике. Правило рычага и центра тяжести треугольника. Тройная система с непрерывными рядами жидких и твердых растворов. Изотермические и политермические разрезы. /Лек/	1	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.2	Изображение состава тройных сплавов на концентрационном треугольнике. Правило рычага и центра тяжести треугольника. Тройная система с непрерывными рядами жидких и твердых растворов. Изотермические и политермические разрезы. Подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.3	Анализ фазовых реальной тройной системе с непрерывными рядами жидких и твердых растворов. /Пр/	1	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.4	Анализ фазовых реальной тройной системе с непрерывными рядами жидких и твердых растворов. Подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.5	Тройная система с моновариантными эвтектическим и перитектическим равновесиями. Фазовые превращения в сплавах. Изотермические и политермические разрезы. /Лек/	1	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.6	Тройная система с моновариантными эвтектическим и перитектическим равновесиями. Фазовые превращения в сплавах. Изотермические и политермические разрезы. Подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			

1.7	Тройная система с невариантным эвтектическим равновесием с отсутствием растворимости в твердом состоянии и с переменной растворимостью в твердом состоянии. Фазовые превращения в сплавах. Изотермические и политермические разрезы /Лек/	1	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.8	Тройная система с невариантным эвтектическим равновесием с отсутствием растворимости в твердом состоянии и с переменной растворимостью в твердом состоянии. Фазовые превращения в сплавах. Изотермические и политермические разрезы. Подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.9	Анализ фазовых превращений в реальной тройной системе с невариантным эвтектическим равновесием. /Пр/	1	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.10	Анализ фазовых превращений в реальной тройной системе с невариантным эвтектическим равновесием. Подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.11	Тройная система с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава и невариантным перитектическим равновесием. Фазовые превращения в сплавах. Изотермические и политермические разрезы. /Лек/	1	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.12	Тройная система с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава и невариантным перитектическим равновесием. Фазовые превращения в сплавах. Изотермические и политермические разрезы. Подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	3	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			

1.13	Анализ фазовых превращений в реальной тройной системе с промежуточными фазами и невариантным перитектическим равновесием. Контрольная работа №1 /Пр/	1	3	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	
1.14	Анализ фазовых превращений в реальной тройной системе с промежуточными фазами и невариантным перитектическим равновесием. Подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р1
<b>Раздел 2. 2. Четверные и более сложные системы</b>								
2.1	Изображение состава четверных сплавов и фазовых равновесий в твердом состоянии на концентрационном треугольнике в области основного компонента. Построение изотермических разрезов. Квазитройные сечения. /Лек/	1	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.2	Графический анализ фазовых равновесий в четверных системах в твердом состоянии /Пр/	1	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р2
2.3	Изображение состава четверных сплавов и фазовых равновесий в твердом состоянии на концентрационном треугольнике в области основного компонента. Построение изотермических разрезов. Квазитройные сечения. Графический анализ фазовых равновесий в четверных системах в твердом состоянии. подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	3	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.4	Графический анализ фазовых превращений в четверной системе с невариантным эвтектическим превращением /Пр/	1	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р3
2.5	Графический анализ фазовых превращений в четверной системе с невариантным перитектическим превращением. Контрольная работа №2 /Пр/	1	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	

	<b>Раздел 3. 3. Расчетные методы анализа многокомпонентных систем</b>							
3.1	Диаграммы пяти и более компонентных систем. Анализ изотермических и политермических разрезов. Диаграммы потока. Примеры реальных фазовых диаграмм многокомпонентных систем. /Лек/	1	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.2	Геометрическая термодинамика. /Лек/	1	1	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.3	Расчет фазовых равновесий с помощью программы Thermo-Calc /Лек/	1	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ПК -1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.4	Расчетный анализ в программе Thermo-Calc реальных диаграмм состояния тройных и четверных систем с нонвариантными эвтектическими и перитектическими превращениями. Контрольная работа №3 /Пр/	1	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК- 1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ4	
3.5	Расчетный анализ в программе Thermo-Calc реальных диаграмм состояния тройных и четверных систем с нонвариантными эвтектическими и перитектическими превращениями. Подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	8	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ПК -1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			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	Экзамен	ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что представляет собой концентрационный треугольник?</li> <li>2. Каким свойствам обладают сплавы концентрационного треугольника А–В–С, составы которых расположены на одной прямой, параллельной стороне А–С?</li> <li>3. Каким свойствам обладают сплавы концентрационного треугольника А–В–С, составы которых расположены на одной прямой, исходящей из вершины С?</li> <li>4. В чем заключается правило рычага применительно к тройным системам?</li> <li>5. В чем заключается правило центра тяжести треугольника?</li> <li>6. Что представляет собой пространственная диаграмма тройной системы?</li> <li>7. Как в тройном сплаве перевести массовые проценты в атомные?</li> <li>8. Как в тройном сплаве перевести атомные проценты в массовые?</li> <li>9. Почему массовые и объемные доли фаз отличаются друг от друга?</li> <li>10. Если массовая доля фазы с наибольшей плотностью равна 2 мас.%, то в какую сторону будет отличаться значение ее объемной</li> </ol>

			<p>доли?</p> <p>11. Что представляют собой поверхности ликвидуса и солидуса диаграммы состояния тройной системы?</p> <p>12. Что представляет собой проекция пространственной диаграммы тройной системы?</p> <p>13. Почему на практике реальные диаграммы состояния тройных систем изображают в виде двумерных рисунков, а не пространственных (изометрических)?</p> <p>14. Сколько критических точек содержит кривая охлаждения тройного сплава системы неограниченной растворимостью в твердом и жидком состоянии?</p> <p>15. Какова вариантность реакции кристаллизации тройного сплава системы неограниченной растворимостью в твердом и жидком состоянии?</p> <p>16. Что представляет собой изотермические и политермические разрезы тройной диаграммы?</p> <p>17. Что представляет собой конода? Можно ли ее показать на политермическом разрезе тройной диаграммы?</p> <p>18. Можно ли на политермическом разрезе тройной диаграммы определить составы фаз, находящиеся в равновесии в двухфазной области? Почему?</p> <p>19. Можно ли на изотермическом разрезе определить составы фаз, находящиеся в равновесии в двухфазной области?</p> <p>20. Сколько поверхностей содержит диаграмма состояния тройной системы с неограниченной растворимостью в жидком состоянии и отсутствием взаимной растворимости всех компонентов в твердом состоянии?</p> <p>21. Можно ли на изотермическом разрезе определить относительные весовые количества фаз, находящиеся в равновесии в трехфазной области?</p> <p>22. Сколько критических точек содержит кривая охлаждения тройной сплава системы с неограниченной растворимостью в жидком состоянии и отсутствием взаимной растворимости всех компонентов в твердом состоянии, если его фигуративная точка находится на эвтектической политерме?</p> <p>23. Что представляет собой конодный треугольник?</p> <p>24. Что представляет собой линейчатые поверхности сольвуса тройной диаграммы эвтектического типа с переменной растворимостью в твердом состоянии ?</p> <p>25. В чем состоит невариантная эвтектическая реакция в тройных сплавах?</p> <p>26. Какое максимальное число фаз может находиться в равновесии в тройных сплавах?</p> <p>27. Как изображают составы тройных сплавов на концентрационном треугольнике четверной системы?</p> <p>28. Как изображают составы четверных соединений на концентрационном треугольнике четверной системы?</p> <p>29. Какое максимальное число фаз может быть в четверном сплаве?</p> <p>30. Какой геометрический образ в пространстве представляет четырехфазная область четверной системы при постоянной температуре?</p> <p>31. Может ли граница четырехфазной области на изотермическом разрезе четверной диаграммы быть кривой?</p> <p>32. Что представляет собой политермическая диаграмма четверной системы?</p> <p>33. Что представляют собой точки на политермической диаграмме четверной системы?</p> <p>34. Что представляют собой линии на политермической диаграмме четверной системы?</p> <p>35. В чем состоит невариантная эвтектическая реакция в четверных сплавах?</p>
КМ2	Контрольная работа №1	ОПК-3-31;ОПК-3-У1	Диаграмма состояния тройной системы с невариантным эвтектическим превращением
КМ3	Контрольная работа №2.	ОПК-3-31;ОПК-3-У1	Диаграмма состояния тройной системы с невариантным перитектическим превращением



КМ4	Контрольная работа №3	ОПК-3-31;ОПК-3-У1	Диаграмма состояния четверной системы с невариантным эвтектическим превращением
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашнее задание № 1.	ОПК-3-В1;ПК-1-В1;ОПК-3-У1;ПК-1-У1	Анализ фазовых превращений в реальных сплавах тройных систем с областью неограниченной растворимости в твердом состоянии.
P2	Домашнее задание № 2.	ОПК-3-В1;ПК-1-В1;ОПК-3-У1;ПК-1-У1	Анализ фазовых превращений в реальных сплавах тройных систем с невариантным эвтектическим превращением.
P3	Домашнее задание № 3.	ОПК-3-В1;ПК-1-В1;ОПК-3-У1;ПК-1-У1	Анализ фазовых превращений в реальных сплавах тройных систем с невариантными эвтектическими и перитектическими превращениями.
P4	Домашнее задание № 4	ОПК-3-В1;ПК-1-В1;ОПК-3-У1;ПК-1-У1	Количественный анализ реальных фазовых диаграмм многокомпонентных систем с использованием программы Thermo-Calc
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
Типовые вопросы, используемые в экзаменационных билетах			
<ol style="list-style-type: none"> <li>С использованием графического изображения диаграммы состояния тройной системы А-В-С с невариантным эвтектическим превращением построить кривую охлаждения заданного сплава X из жидкой области до комнатной температуры, указав все реакции и составы фаз.</li> <li>Нарисовать структуру сплава X при комнатной температуре, указав фазы и структурные составляющие.</li> <li>Графически оценить относительные весовые количества фаз в сплаве X при комнатной температуре.</li> <li>Оценить количество тройной эвтектики в сплаве X.</li> <li>Построить изотермический разрез при заданной температуре, указать все фазовые области.</li> <li>Построить политермический разрез при заданной постоянной концентрации одного из компонентов, указать все фазовые области.</li> <li>Оценить состав первой капли жидкости при нагреве сплава X</li> </ol>			

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

Оценка освоения дисциплины проводится по результатам трех контрольных работ и четырех домашних заданий

Контрольная работа №1. Диаграмма состояния тройной системы с невариантным эвтектическим превращением

Типовые вопросы

1. С использованием графического изображения диаграммы состояния тройной системы с невариантным эвтектическим превращением нарисовать построить кривую охлаждения заданного сплава 1 (указать реакции), нарисовать его структуру при комнатной температуре и определить относительное весовое количество фазы заданной фазы.
2. Построить кривую охлаждения заданного сплава 2 (указать реакции), определить относительное весовое количество тройной эвтектики
3. Построить изотермическое сечение при заданной температуре (указать фазовые области) .
4. Построить заданной политермическое сечение (указать фазовые области)

Контрольная работа №2. Диаграмма состояния тройной системы с невариантным перитектическим превращением

Типовые вопросы

1. С использованием графического изображения диаграммы состояния тройной системы с невариантным перитектическим превращением нарисовать построить кривую охлаждения заданного сплава 1 (указать реакции),
2. Построить изотермическое сечение при заданной температуре (указать фазовые области).
3. Построить заданной политермическое сечение (указать фазовые области)

Контрольная работа №3. Диаграмма состояния четверной системы с невариантным эвтектическим превращением

Типовые вопросы

1. С использованием графического изображения диаграммы состояния четверной системы A-B-C-D определить относительные концентрации компонентов B, C и D в четверном сплаве X и нанести соответствующую точку на концентрационный треугольник B-C-D и определить его фазовый состав.
2. Используя политермическую диаграмму четверной системы A-B-C-D в области вершины A, нарисовать кривую охлаждения заданного сплава Y (с указанием реакций)
3. Оценить состав четверного сплава Y, если дана концентрация компонента A.
4. Построить заданный политермический разрез четверной системы A-B-C-D (указать все фазовые области)

Домашнее задание № 1. Анализ фазовых превращений в реальных сплавах тройных систем с областью неограниченной растворимости в твердом состоянии.

Типовые вопросы

1. Какова температура солидуса у сплава Cu-15 % Mn-25 % Ni?
2. Какой интервал кристаллизации у сплава Cu-30 % Mn-10 % Ni?
3. У какого сплава больше интервал кристаллизации: Cu-10 % Au-30 % Ni или Cu-30 % Au-10 % Ni.

Домашнее задание № 2. Анализ фазовых превращений в реальных сплавах тройных систем с невариантным эвтектическим превращением.

Типовые вопросы

1. Сколько критических точек содержит кривая охлаждения сплава Al-0,5 % Si-2 % Cu?
2. При какой температуре закончится кристаллизация сплава Al-8 % Si-1 % Cu?
3. Сколько фаз в сплаве Al-0,2 % Fe-10 % Mg при 440 0C?

Домашнее задание № 3. Анализ фазовых превращений в реальных сплавах тройных систем с невариантными эвтектическими и перитектическими превращениями.

Типовые вопросы

1. При какой температуре закончится кристаллизация сплава Al-8 % Si-1 % Fe?
2. При какой температуре начнется кристаллизация сплава Al-3 % Si-4 % Fe?
3. Оцените состав фазы (Al) в сплаве Al-2 % Fe-10 % Si при 300 0C?

Домашнее задание № 4. Количественный анализ реальных фазовых диаграмм многокомпонентных систем с использованием программы Thermo-Calc

Типовые вопросы

1. Как рассчитать концентрационную границу трехфазной области на политермическом разрезе при данной температуре?
2. Как рассчитать температурную границу трехфазной области на политермическом разрезе для данного сплава?
3. Как рассчитать массовые доли фаз в тройной эвтектике (сразу после завершения кристаллизации)?

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Белов Н. А.	Диаграммы состояния тройных и четверных систем: учеб. пособие для студ. вузов спец. - Metallurgy	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л1.2	Белов Н. А., Самошина М. Е.	Фазовые превращения в многокомпонентных системах: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Metallurgy'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Белов Н. А.	Фазовый состав промышленных и перспективных алюминиевых сплавов: монография	Библиотека МИСиС	, 2010

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams
П.4	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.5	ThermoCalc

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

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	
И.4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.7	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.8	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Г-164	Учебная аудитория/Компьютерный класс:	стационарные компьютеры 10 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, аудиосистема, комплект учебной мебели
Г-164	Учебная аудитория/Компьютерный класс:	стационарные компьютеры 10 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, аудиосистема, комплект учебной мебели
Г-158	Аудитория для самостоятельной работы студентов и курсового проектирования:	комплект учебной мебели на 7 рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, сетевой принтер

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Проведение лекций и практических занятий осуществляется в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций.

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами базовых вопросов фазовых превращения в тройных и четверных системах, включая анализ кристаллизации сплавов, построение изотермических и политермических разрезов, оценку количества фаз и структурных составляющих.

Практические занятия нацелены на практическое изучение фазовых превращений в реальных системах с использованием графических изображений и расчета в программе Thermo-Calc

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий: проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint); использование при проведении занятий активных форм обучения.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. По курсу организуются консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

Материалы курса (презентации и курс лекций) выложены в системе LMS Canvas.

Перед аудиторным занятием студентам рекомендуется ознакомиться с изучаемым материалом по соответствующему разделу в учебном пособии

Белов Н.А. Диаграммы состояния тройных и четверных систем (учебное пособие для вузов) - М.: МИСиС, 2007, 360 с.