

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Кристаллизация сплавов в многокомпонентных системах

Закреплена за подразделением Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Новые материалы и цифровые технологии литья металлов

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 54

самостоятельная работа 126

Формы контроля в семестрах:

зачет 3

курсовая работа 3

### 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
Лекции	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	126	126	126	126
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*к.т.н., доцент, Базлова Т.А.*

Рабочая программа

**Кристаллизация сплавов 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 Metallургия, 22.04.02-ММТ-22-2.plx Новые материалы и цифровые технологии литья металлов, 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 Metallургия, Новые материалы и цифровые технологии литья металлов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов**

Протокол от 18.05.2021 г., №09/20

Руководитель подразделения д.т.н., профессор Белов Владимир Дмитриевич

**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
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Конструирование литейной оснастки	
2.1.2	Моделирование технологических процессов в литейном производстве	
2.1.3	Основы плавки высокотемпературных сплавов в защитных средах и вакууме	
2.1.4	Учебная практика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

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

<b>ПК-3: Способен анализировать новые технологические процессы в производстве изделий из металлических и не металлических материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-33 методы термодинамических расчетов фазовых равновесий	
ПК-3-32 Особенности связи диаграммы состояния со свойствами металлических и не металлических материалов различного состава	
ПК-3-31 методы анализа фазовых диаграмм многокомпонентных систем;	
<b>Уметь:</b>	
ПК-3-У3 проводить расчеты неравновесных состояний металлических систем	
ПК-3-У2 анализировать фазовые превращения в реальных металлических системах	
ПК-3-У1 Анализировать режимы технологических процессов	
<b>Владеть:</b>	
ПК-3-В3 навыками построения математических моделей поверхностей ликвидуса и солидуса по экспериментальным данным	
ПК-3-В2 навыками использования расчетных методов (в частности программы Thermo-Calc) для изучения процессов протекающих в многокомпонентных системах	
ПК-3-В1 Выявление достоинств и недостатков новых технологий по сравнению с традиционно применяемыми на производстве	

**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. Тройные системы</b>							
1.1	Изображение состава тройных сплавов на концентрационном треугольнике. Правило рычага и центра тяжести треугольника. Классификация тройных систем. Тройная система с непрерывными рядами жидких и твердых растворов. /Лек/	3	2	ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.9			

1.2	Тройная система с моновариантным эвтектическим и перитектическим равновесием. /Лек/	3	2	ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.9			
1.3	Тройная система с нонвариантным эвтектическим равновесием с отсутствием растворимости в твердом состоянии и с переменной растворимостью в твердом состоянии. /Лек/	3	2	ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.6 Л2.9			
1.4	Тройная система с двойной конгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава. /Лек/	3	2	ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.6 Л2.9			
1.5	Тройная система с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава и нонвариантным перитектическим равновесием. /Лек/	3	2	ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.6 Л2.9			
1.6	Тройная система с моновариантным монотектическим равновесием. /Лек/	3	2	ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.6 Л2.9			
1.7	Анализ фазовых превращений в тройной системе с моновариантным эвтектическим равновесием. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Л2.6 Л2.9			
1.8	Анализ фазовых превращений в тройной системе с моновариантным перитектическим равновесием. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Л2.6 Л2.9			
1.9	Анализ фазовых превращений в тройной системе с нонвариантным эвтектическим равновесием. Контрольная работа 1 /Пр/	3	4	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Л2.6 Л2.9		КМ1	
1.10	Анализ фазовых превращений в тройной системе с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава и нонвариантным перитектическим равновесием. Контрольная работа 2 /Пр/	3	4	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Л2.6 Л2.9			
1.11	Домашнее задание №1 Анализ фазовых превращений в реальных сплавах тройных систем с областью неограниченной растворимости в твердом состоянии /Ср/	3	22	ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.8 Э1			

1.12	Домашнее задание №2 Анализ фазовых превращений в реальных сплавах тройных систем с невариантным эвтектическим превращением /Ср/	3	28	ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.5 Л2.7 Э2			
1.13	Домашнее задание №3 Графический анализ реальных фазовых диаграмм тройных систем с невариантными эвтектическими и перитектическими превращениями /Ср/	3	27	ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.5 Л2.7 Э3			
<b>Раздел 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/	3	2	ПК-3-31 ПК-3-32	Л2.1 Л1.2Л2.2			
2.2	Диаграммы пяти и более компонентных систем. /Лек/	3	2	ПК-3-31 ПК-3-33	Л1.2Л2.2			
2.3	Графический анализ фазовых равновесий в четверных системах в твердом состоянии /Пр/	3	2	ПК-3-У2	Л1.2Л2.2			
2.4	Графический анализ фазовых превращений в четверной системе с невариантным эвтектическим превращением /Пр/	3	4	ПК-3-У2 ПК-3-У3	Л1.2Л2.2			
2.5	Графический анализ фазовых превращений в четверной системе с невариантным перитектическим превращением Контрольная работа 3 /Пр/	3	4	ПК-3-У2	Л1.2Л2.2		КМ3	
2.6	Домашнее задание №4 Количественный анализ реальных фазовых диаграмм многокомпонентных систем с использованием программы Thermo-Calc /Ср/	3	15	ПК-3-В2	Л1.2 Л1.3Л2.7 Э1 Э2			Р4
<b>Раздел 3. Расчетные методы анализа многокомпонентных систем</b>								

3.1	Построение математических моделей поверхностей ликвидуса и солидуса по экспериментальным данным методом симплексного планирования Расчет фазовых равновесий с помощью программы Thermo-Calc /Лек/	3	2	ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.1			
3.2	Расчетный анализ в программе Thermo-Calc реальных диаграмм состояния тройных и четверных систем с нонвариантными эвтектическими и перитектическими превращениями /Пр/	3	8	ПК-3-У1 ПК-3-В2 ПК-3-В3	Л1.3Л2.2			
3.3	Расчетный анализ в программе EXCEL реальных диаграмм состояния тройных и четверных систем с нонвариантными эвтектическими и перитектическими превращениями /Пр/	3	6	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.3Л2.1			
3.4	Домашнее задание №4 Количественный анализ реальных фазовых диаграмм многокомпонентных систем с использованием программы Thermo-Calc /Ср/	3	14	ПК-3-33	Л1.3Л2.3 Э3			Р4
3.5	Оформление курсовой работы, подготовка к защите курсовой работы /Ср/	3	20	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-3-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3			Р5

### 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	ПК-3-31;ПК-3-У2	<p>Геометрическое изображение тройных диаграмм</p> <p>Свойства концентрационного треугольника</p> <p>Правила рычага и центра тяжести треугольника</p> <p>Расчет шихты тройных сплавов</p> <p>Общий вид пространственной диаграммы состояния с невариантным эвтектическим равновесием</p> <p>Проекция пространственной диаграммы состояния с невариантным эвтектическим равновесием</p> <p>Фазовые превращения в системе с невариантным эвтектическим равновесием</p> <p>Виды структур сплавов системы с невариантным эвтектическим равновесием</p> <p>Построение изотермических разрезов диаграммы с невариантным эвтектическим равновесием</p> <p>Построение политермических разрезов диаграммы с невариантным эвтектическим равновесием</p>
КМ2	Контрольная работа 2	ПК-3-У2	<p>Геометрическое изображение тройных диаграмм</p> <p>Свойства концентрационного треугольника</p> <p>Правила рычага и центра тяжести треугольника</p> <p>Общий вид пространственной диаграммы состояния с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава и невариантным перитектическим равновесием</p> <p>Проекция пространственной диаграммы состояния с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава и невариантным перитектическим равновесием</p> <p>Фазовые превращения в системе с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава и невариантным перитектическим равновесием</p> <p>Виды структур сплавов системы с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава и невариантным перитектическим равновесием</p> <p>Построение изотермических разрезов диаграммы с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава и невариантным перитектическим равновесием</p> <p>Построение политермических разрезов диаграммы с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава и невариантным перитектическим равновесием</p>
КМ3	Контрольная работа 3	ПК-3-У3	<p>Геометрическое изображение фазовых равновесий в четверных системах в твердом состоянии</p> <p>Основные этапы построения изотермических сечений четверных диаграмм состояния в твердом состоянии</p> <p>Политермические диаграммы четверных систем с невариантным эвтектическим равновесием</p> <p>Анализ реакций при кристаллизации четверных сплавов в системах с невариантным эвтектическим равновесием</p> <p>Формирование микроструктуры при кристаллизации четверных сплавов в системах с невариантным эвтектическим равновесием</p> <p>Основные этапы построения политермических сечений четверных диаграмм состояния с невариантным эвтектическим превращением</p>
<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
Р1	Домашнее задание №1	ПК-3-В1;ПК-3-У2	<p>Анализ фазовых превращений в реальных сплавах тройных систем с областью неограниченной растворимости в твердом состоянии</p> <p>Построение изотермических и политермических сечений реальных тройных систем с неограниченной растворимостью компонентов в твердом и жидком состояниях с использованием имеющихся справочных данных.</p>

P2	Домашнее задание №2	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1	Анализ фазовых превращений в реальных сплавах тройных систем с нонвариантным эвтектическим превращением Получение навыков графического анализа реальных сплавов тройных систем с нонвариантным эвтектическим превращением и переменной растворимостью компонентов в твердом состоянии (по крайней мере, в одной фазе). Построение изотермических и политермических сечений реальных тройных систем с нонвариантным эвтектическим превращением с использованием имеющихся справочных данных.
P3	Домашнее задание №3	ПК-3-У2;ПК-3-У3;ПК-3-В1	Графический анализ реальных фазовых диаграмм тройных систем с нонвариантными эвтектическими и перитектическими превращениями Получение навыков графического анализа реальных диаграмм состояния тройных систем с нонвариантными эвтектическими и перитектическими превращениями Построение изотермических и политермических сечений реальных тройных систем с нонвариантным эвтектическим и перитектическим превращениями с использованием имеющихся справочных данных.
P4	Домашнее задание №4	ПК-3-В2;ПК-3-В3;ПК-3-У3	Освоение принципа и методики расчета реальных диаграмм состояния тройных и четверных систем на компьютере в программе Thermo-Calc
P5	Курсовая работа	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-33;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-У3;ПК-3-В1;ПК-3-В2;ПК-3-В3	Графический анализ реальных фазовых диаграмм тройных систем с нонвариантными эвтектическими и перитектическими превращениями, содержащих несколько химических соединений разного типа. Построение изотермических и политермических сечений реальных тройных систем с нонвариантным эвтектическим и перитектическим превращениями с использованием имеющихся справочных данных. Расчет политермических сечений в заданной реальной диаграмме на компьютере в программе Thermo-Calc
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
Экзамен не предусмотрен			



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

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде зачета

Зачет проставляется в конце семестра в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. По данной дисциплине зачет проставляется по результатам текущей аттестации, которая включает следующие формы контроля:

- Контрольные работы 1, 2 и 3;
- Домашние задания 1, 2, 3 и 4
- Курсовая работа

Курсовая работа состоит из следующих разделов:

1. Титульный лист.
2. Лист задания.
3. Краткое введение по теме курсовой работы.
4. Домашнее задание №1
5. Домашнее задание №2
6. Домашнее задание №3
7. Домашнее задание №4
8. Заключение
9. Список литературы

Пример задания на курсовую работу:

Произвести анализ диаграмм состояния реальных сплавов. (Дальше идет перечисление двойных и тройных систем в соответствии с вариантами домашнего задания. Полный текст заданий и необходимый графический материал приведен в пособии: Белов Н.А., Самошина М.Е. Фазовые превращения в многокомпонентных системах. М.: МИСиС, 2015)

Для защиты курсовой работы используются вопросы из перечня представленного выше.

Методика выведения итоговой оценки:

Баллы, набранные студентами по каждой форме текущего контроля, определяют оценку по дисциплине (см. таблицу ниже). В таблице max – максимальное суммарное число баллов по всем формам контроля, например, при пятибалльной системе оценок для каждой формы контроля max рассчитывается по формуле  $max = N \times 5$  (N – число форм контроля); В – сумма набранных баллов по всем формам контроля при условии отсутствия неудовлетворительных оценок.

Общая оценка  $(V/max)100\%$

Отлично (5)	более 85%
Хорошо (4)	от 71 % до 85 %
Удовлетворительно (3)	от 60 % до 70 %
Неудовлетворительно (2)	менее 60% (имеют неудовлетворительные оценки по одной или нескольким формам контроля)

Зачет ставится при условии сдачи всех контрольных работ на положительную оценку и при наборе В/max за дисциплину выше 60%

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Захаров А. М.	Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учеб. пособие для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л1.2	Белов Н. А.	Диаграммы состояния тройных и четверных систем: учеб. пособие для студ. вузов спец. - Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.3	Белов Н. А., Самошина М. Е.	Фазовые превращения в многокомпонентных системах: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Булидорова Г. В., Галяметдинов Ю. Г., Ярошевская Х. М., Барабанов В. П., Проскурина В. Е.	Фазовые равновесия в многокомпонентных системах: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014
Л2.2	Новиков И. И., Строганов Г. Б., Новиков А. И.	Металловедение, термообработка и рентгенография: Учебник для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1994
Л2.3	Оленин В. В.	Металловедение: Разд.: Фазовое равновесие: учеб. пособие для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1984
Л2.4	Лилеев А. С., Малютина Е. С.	Фазовые равновесия и структурообразование: Разд.: Трехкомпонентные диаграммы фазового равновесия: Сб. задач для студ. спец. 0708, 0709, 1105 и направления 5405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л2.5	Колачев Б. А., Елагин В. И., Ливанов В. А.	Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: учебник для студ. вузов спец. 'Металловедение и терм. обработка металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л2.6	Кузнецов Г. М., Новиков И. И.	Металловедение и рентгенография. Разд. Диаграммы состояния двухкомпонентных и трехкомпонентных систем: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1977
Л2.7	Белов Н. А.	Фазовый состав алюминиевых сплавов: науч. изд.	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л2.8	Мамзурина О. И., Поздняков А. В.	Металловедение драгоценных металлов. Золото и сплавы на основе золота (N 3318): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018
Л2.9	Малютина Е. С.	Фазовые равновесия и структурообразование. Трехкомпонентные диаграммы фазового равновесия (N 2935): сб. задач	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС	<a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>		
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>		
Э3	ScienceDirect (коллекция Freedom) - база полнотекстовых научных журналов издательства Эльзевир	<a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a>		
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>				

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
И.1	<a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a> - электронная библиотека НИТУ "МИСИС"
И.2	<a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> - Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн
И.3	<a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a> - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир
И.4	<a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a> - (коллекция Freedom) - база полнотекстовых научных журналов издательства Эльзевир

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
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, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
А-117	Лаборатория металлографических исследований:	комплект учебной мебели на 12 рабочих мест, оборудованных микроскопами, микротвердомер, меловая доска
А-117	Лаборатория металлографических исследований:	комплект учебной мебели на 12 рабочих мест, оборудованных микроскопами, микротвердомер, меловая доска
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 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 значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации