

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 28.03.2023 15:21:17

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)

# Многокомпонентные диаграммы состояния

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения цветных металлов

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 6

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 67

часов на контроль 45

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 6 (3.2) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | 18      |     |       |     |
| Неделя                                    | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 34      | 34  | 34    | 34  |
| Практические                              | 34      | 34  | 34    | 34  |
| Итого ауд.                                | 68      | 68  | 68    | 68  |
| Контактная работа                         | 68      | 68  | 68    | 68  |
| Сам. работа                               | 67      | 67  | 67    | 67  |
| Часы на контроль                          | 45      | 45  | 45    | 45  |
| Итого                                     | 180     | 180 | 180   | 180 |

Программу составил(и):

*ктн, доцент, Михайловская Анастасия Владимировна*

Рабочая программа

**Многокомпонентные диаграммы состояния**

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 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-22.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металловедения цветных металлов**

Протокол от 29.06.2021 г., №8

Руководитель подразделения Солонин Алексей Николаевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цель дисциплины – научить студентов анализировать фазовый состав и структуру сплавов используя анализ многокомпонентных диаграмм состояния. |
| 1.2 | Задачи дисциплины:  |
| 1.3 | 1. уметь анализировать фазовый состав и структуру сплавов с использованием тройных диаграмм состояния                                       |
| 1.4 | 2. уметь выбирать в соответствии с заданными условиями состав, способы его получения и обработки  |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.ДВ.02 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Методы исследования свойств металлов и сплавов  |            |
| 2.1.2      | Основы пиро- и гидрометаллургического производства  |            |
| 2.1.3      | Основы теории литейных процессов  |            |
| 2.1.4      | Процессы и оборудование для получения металлических порошков  |            |
| 2.1.5      | Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий  |            |
| 2.1.6      | Термодинамика и кинетика металлургических процессов   |            |
| 2.1.7      | Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов  |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1      | Информационные технологии управления металлургическими печами   |            |
| 2.2.2      | Металлургия благородных металлов  |            |
| 2.2.3      | Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов   |            |
| 2.2.4      | Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ  |            |
| 2.2.5      | Основы промышленного дизайна и ювелирного дела  |            |
| 2.2.6      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.7      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.8      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.9      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.10     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.11     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.12     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.13     | Преддипломная практика  |            |
| 2.2.14     | Преддипломная практика  |            |
| 2.2.15     | Преддипломная практика  |            |
| 2.2.16     | Преддипломная практика  |            |
| 2.2.17     | Преддипломная практика  |            |
| 2.2.18     | Преддипломная практика  |            |
| 2.2.19     | Преддипломная практика  |            |
| 2.2.20     | Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов   |            |
| 2.2.21     | Производство отливок из стали и чугуна  |            |
| 2.2.22     | Производство ферросплавов   |            |
| 2.2.23     | Разливка стали и спецэлектрометаллургия   |            |
| 2.2.24     | Технологические линии и системы автоматизации в ОМД   |            |
| 2.2.25     | Технология порошковых материалов и изделий  |            |
| 2.2.26     | Технология твердых сплавов  |            |
| 2.2.27     | Химия окружающей среды  |            |
| 2.2.28     | Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД  |            |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ****ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов****Знать:**

|  |
|--|
| ПК-2-33 - основные закономерности формирования микроструктур металлов и сплавов в равновесном и неравновесном состоянии            |
| ПК-2-32 - закономерности влияния химического состава на структуру и фазовый состав сплавов;  |
| ПК-2-31 - методы построения фазовых диаграмм состояния;  |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-2-У4 - проводить расчеты неравновесных состояний металлических систем;  |
| ПК-2-У5 - применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач, используя соответствующие методы |
| ПК-2-У6 - определять режимы технологических операций для целенаправленного изменения структуры и свойств металлических материалов. |
| ПК-2-У1 - анализировать фазовые превращения при нагревании и охлаждении сплавов  |
| ПК-2-У2 - анализировать фазовые равновесия на основе многокомпонентных диаграмм состояния  |
| ПК-2-У3 – пользоваться справочной литературой по диаграммам состояния металлических систем;  |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-2-В3 - математическим аппаратом планирования эксперимента и обработки его результатов;  |
| ПК-2-В4 - критериями рационального выбора материалов и их термической обработки для достижения заданных свойств,                   |
| ПК-2-В1 - навыками анализа микроструктур металлов и сплавов на различном уровне  |
| ПК-2-В2 - методами воздействия на структуру металлических 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 |
|-------------|---|----------------|-------|---|------------------------------|------------|-----------------------|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Раздел 1<br/>Фазовые превращения и фазовые диаграммы двойных, тройных систем</b>               |                |       |   |                              |            |                       |                    |
| 1.1         | Фазовые превращения в металлах и сплавах и методы их анализа. /Лек/   | 6              | 2     | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Э1 |            | КМ12,К<br>М15         |                    |
| 1.2         | Фазовые превращения в металлах и сплавах и методы их анализа. /Пр/  | 6              | 2     | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3 ПК-2-В4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Э1 |            | КМ12,К<br>М1,КМ<br>15 | Р1                 |
| 1.3         | Диаграммы состояния двойных систем, основные невариантные фазовые равновесия. Методы конструирования. /Лек/ | 6              | 4     | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1      |            | КМ15                  |                    |
| 1.4         | Диаграммы состояния двойных систем, основные невариантные фазовые равновесия. Методы конструирования. /Пр/  | 6              | 4     | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3 ПК-2-В4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1      |            | КМ1,К<br>М15          | Р2                 |
| 1.5         | Термодинамика сплавов /Лек/   | 6              | 2     | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1      |            | КМ1,К<br>М15          |                    |
| 1.6         | Неравновесная кристаллизация сплавов. /Лек/   | 6              | 4     | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1      |            | КМ15                  |                    |

|      |  |   |   |   |                   |  |                      |    |
|------|--|---|---|---|-------------------|--|----------------------|----|
| 1.7  | Неравновесная кристаллизация сплавов. /Пр/   | 6 | 4 | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3 ПК-2-В4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 |  | КМ15                 | Р3 |
| 1.8  | Изображение состава тройных сплавов. Правило рычага и центра тяжести треугольника. Классификация тройных систем. Общие закономерности строения диаграмм состояния тройных систем. /Лек/              | 6 | 2 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33   | Л1.1 Л1.2 Э1      |  | КМ2,К М15            |    |
| 1.9  | Изображение состава тройных сплавов. Правило рычага и центра тяжести треугольника. Классификация тройных систем. Общие закономерности строения диаграмм состояния тройных систем. /Пр/               | 6 | 2 | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3 ПК-2-В4 | Л1.1 Л1.2 Э1      |  | КМ2,К М15            | Р4 |
| 1.10 | Тройная система с непрерывными рядами жидких и твердых растворов. Изотермические и политермические разрезы. /Лек/  | 6 | 2 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33   | Л1.1 Л1.2 Э1      |  | КМ3,К М15            |    |
| 1.11 | Тройная система с непрерывными рядами жидких и твердых растворов. Изотермические и политермические разрезы. /Пр/   | 6 | 2 | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3 ПК-2-В4 | Л1.1 Л1.2 Э1      |  | КМ3,К М15            | Р5 |
| 1.12 | Диаграммы состояния с моновариантными эвтектическим, монотектическим и перитектическим равновесиями с переменной растворимостью в твердом состоянии. Изотермические и политермические разрезы. /Лек/ | 6 | 6 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33   | Л1.1 Л1.2 Э1      |  | КМ4,К М15,К М12,К М5 |    |
| 1.13 | Диаграммы состояния с моновариантными эвтектическим, монотектическим и перитектическим равновесиями с переменной растворимостью в твердом состоянии. Изотермические и политермические разрезы. /Пр/  | 6 | 8 | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3 ПК-2-В4 | Л1.1 Л1.2 Э1      |  | КМ15,К М4,КМ12,КМ5   | Р6 |

|      |   |   |    |   |   |  |                     |    |
|------|---|---|----|---|---|--|---------------------|----|
| 1.14 | Тройная система с невариантным эвтектическим равновесием и переменной растворимостью в твердом состоянии. Изотермические и политермические разрезы. Правило о числе фаз в соприкасающихся фазовых областях. /Лек/                                       | 6 | 4  | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33   | Л1.1 Л1.2 Э1  |  | КМ6,КМ7,КМ13,КМ15   |    |
| 1.15 | Тройная система с невариантным эвтектическим равновесием и переменной растворимостью в твердом состоянии. Изотермические и политермические разрезы. Правило о числе фаз в соприкасающихся фазовых областях. /Пр/  | 6 | 2  | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3 ПК-2-В4                         | Л1.1 Л1.2 Э1  |  | КМ6,КМ7,КМ13,КМ15   | Р7 |
| 1.16 | Тройная система с двойной конгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава. Изотермические и политермические разрезы. Квазибинарные разрезы и их свойства. Триангуляция тройных систем с промежуточными фазами постоянного состава. /Лек/ | 6 | 4  | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33   | Л1.1 Л1.2 Э1  |  | КМ15,КМ8            |    |
| 1.17 | Тройная система с двойной конгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава. Изотермические и политермические разрезы. Квазибинарные разрезы и их свойства. /Пр/   | 6 | 4  | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3 ПК-2-В4                         | Л1.1 Л1.2 Э1  |  | КМ15,КМ13,КМ9,КМ8   | Р8 |
| 1.18 | Тройная система с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава. Изотермические и политермические разрезы. /Лек/   | 6 | 4  | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33   | Л1.1 Л1.2 Э1  |  | КМ15,КМ14,КМ10,КМ11 |    |
| 1.19 | Тройная система с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава. Изотермические и политермические разрезы. /Пр/  | 6 | 6  | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3 ПК-2-В4                         | Л1.1 Л1.2 Э1  |  | КМ15,КМ14,КМ10,КМ11 | Р9 |
| 1.20 | Анализ типовых диаграмм состояния трехкомпонентных систем. /Ср/   | 6 | 25 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3 ПК-2-В4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.10 Э1 Э2 |  | КМ15                |    |

|      |   |   |    |   |  |  |      |  |
|------|---|---|----|---|--|--|------|--|
| 1.21 | Анализ реальных диаграмм состояния двухкомпонентных систем /Ср/         | 6 | 12 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33<br>ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3<br>ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6<br>ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3<br>ПК-2-В4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.2<br>Л2.3 Л2.4<br>Л2.5 Л2.6<br>Л2.9 Л2.10<br>Э1 Э2 |  | КМ15 |  |
| 1.22 | Анализ реальных фазовых диаграмм состояния трехкомпонентных систем /Ср/ | 6 | 30 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33<br>ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3<br>ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-У6<br>ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В3<br>ПК-2-В4 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.7<br>Л2.8<br>Э1 Э2                                 |  | КМ15 |  |

### 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    | Проверочная работа 1    | ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4 | Диаграммы состояния двойных систем. Основные неинвариантные фазовые равновесия. Методы конструирования.  |
| КМ2    | Проверочная работа 2    | ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4 | Правило рычага и центра тяжести треугольника.<br>Классификация тройных систем.<br>Закономерности строения диаграмм состояния тройных систем.<br>Изображение состава тройных сплавов.<br>Определение химических составов сплавов. |
| КМ3    | Проверочная работа 3    | ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4 | Система с непрерывными рядами жидких и твердых растворов.<br>Изотермические и политермические разрезы в диаграммах данного типа.   |
| КМ4    | Проверочная работа 4.   | ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4 | Диаграммы состояния с моновариантными равновесиями с переменной растворимостью в твердом состоянии. Кристаллизация сплавов.  |
| КМ5    | Проверочная работа 5    | ПК-2-У2;ПК-2-У1;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4 | Диаграммы состояния с моновариантными равновесиями с переменной растворимостью в твердом состоянии. Изотермические и политермические разрезы.  |
| КМ6    | Проверочная работа 6    | ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4 | Тройная система с неинвариантным эвтектическим равновесием и переменной растворимостью в твердом состоянии. Кристаллизация сплавов   |

|      |                       |   |   |
|------|-----------------------|---|---|
| КМ7  | Проверочная работа 7  | ПК-2-У6;ПК-2-У5;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У4;ПК-2-У3;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4                         | Тройная система с невариантным эвтектическим равновесием и переменной растворимостью в твердом состоянии. Изотермические разрезы.   |
| КМ8  | Проверочная работа 8  | ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У4;ПК-2-У6;ПК-2-У5;ПК-2-У3;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В4;ПК-2-В3                         | Тройная система с невариантным эвтектическим равновесием и переменной растворимостью в твердом состоянии. Политермические разрезы.  |
| КМ9  | Проверочная работа 9  | ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В3;ПК-2-В4                         | Тройная система с двойной конгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава. Изотермические и политермические разрезы.   |
| КМ10 | Проверочная работа 10 | ПК-2-У6;ПК-2-У5;ПК-2-В3;ПК-2-В4;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-У4;ПК-2-У2;ПК-2-У1;ПК-2-У3                         | Диаграмма состояния с двойным инконгруэнтно плавящимся соединением. Кристаллизация сплавов.   |
| КМ11 | Проверочная работа 11 | ПК-2-В4;ПК-2-В3;ПК-2-В2;ПК-2-У5;ПК-2-У4;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-У3;ПК-2-У2;ПК-2-У1                         | Диаграмма состояния с двойным инконгруэнтно плавящимся соединением. Политермические, изотермические разрезы.  |
| КМ12 | Контрольная работа 1  | ПК-2-В4;ПК-2-В3;ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-2-У6;ПК-2-У5;ПК-2-У4;ПК-2-У2;ПК-2-У1;ПК-2-33;ПК-2-32;ПК-2-31;ПК-2-У3 | Анализ фазовых диаграмм состояния с моновариантными превращениями. Кристаллизация сплавов. Формирование микроструктуры. Определение относительных весовых количеств фаз и структурных составляющих. Построение изотермических и политермических разрезов.                               |
| КМ13 | Контрольная работа 2  | ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-2-У2;ПК-2-У1;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-2-В3;ПК-2-В4;ПК-2-У4;ПК-2-У3;ПК-2-31 | Анализ фазовых диаграмм состояния с невариантным эвтектическим превращением. Кристаллизация сплавов. Формирование микроструктуры. Определение относительных весовых количеств фаз и структурных составляющих. Построение изотермических и политермических разрезов.                     |
| КМ14 | Контрольная работа 3  | ПК-2-В4;ПК-2-У6;ПК-2-У4;ПК-2-У2;ПК-2-У1;ПК-2-33;ПК-2-32;ПК-2-31;ПК-2-У5;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-У3 | Анализ фазовых диаграмм состояния с невариантными эвтектическим и перитектическим превращениями. Кристаллизация сплавов. Формирование микроструктуры. Определение относительных весовых количеств фаз и структурных составляющих. Построение изотермических и политермических разрезов. |



| КМ15  | Экзамен               | ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4;ПК-2-У3 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассмотрите процесс кристаллизации сплава, обозначенного точкой, и изобразите схематично его микроструктуру. Изменения составов фаз опишите.</li> <li>2. Рассмотрите процесс кристаллизации сплава, обозначенного точкой, и изобразите схематично его микроструктуру. Изменения составов фаз опишите.</li> <li>3. Определите относительные весовые количества структурных составляющих и фаз при комнатной температуре в сплаве из задания 2.</li> <li>4. Постройте кривую охлаждения сплава Х2 (обозначен желтым кругом) с указанием фазовых превращений, изобразите линию изменения состава жидкости при кристаллизации сплава.</li> <li>5. Определите доли фаз при комнатной температуре в сплаве Х2 (сплав и диаграмма к заданию 4) и доли структурных составляющих в сплаве Х (диаграмма к заданию 4).</li> <li>6. Для сплавов Х, Х1, Х2 из рисунка к заданию 4 изобразите схематично микроструктуры с указанием структурных составляющих.</li> <li>7. Постройте изотермический разрез диаграммы АВС (рисунок к заданию 4) при температуре 350 С.</li> <li>8. Постройте политермический разрез А-с (диаграмма к заданию 1)</li> <li>9. Постройте политермический разрез а1-с4 (диаграмма к заданию 2)</li> <li>10. Постройте политермический разрез е1-С (диаграмма к заданию 4)</li> </ol> |
|---|-----------------------|---|--|
| <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  | Практическая работа 1 | ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4                         | Фазовые превращения в металлах и сплавах и методы их анализа.  |
| P2  | Практическая работа 2 | ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4                         | Диаграммы состояния двойных систем, основные невариантные фазовые равновесия. Методы конструирования.  |
| P3  | Практическая работа 3 | ПК-2-У1;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У2;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4                         | Неравновесная кристаллизация сплавов.  |
| P4  | Практическая работа 4 | ПК-2-У1;ПК-2-У3;ПК-2-У2;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4                         | Изображение состава тройных сплавов. Правило рычага и центра тяжести треугольника. Классификация тройных систем. Общие закономерности строения диаграмм состояния тройных систем.  |
| P5  | Практическая работа 5 | ПК-2-В4;ПК-2-В3;ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-2-У6;ПК-2-У5;ПК-2-У4;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-У1                         | Тройная система с непрерывными рядами жидких и твердых растворов. Изотермические и политермические разрезы.  |

|    |                       |   |   |
|----|-----------------------|---|---|
| P6 | Практическая работа 6 | ПК-2-В4;ПК-2-В3;ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-2-У6;ПК-2-У5;ПК-2-У4;ПК-2-У3;ПК-2-У2;ПК-2-У1 | Диаграммы состояния с моновариантными эвтектическим, монотектическим и перитектическим равновесиями с переменной растворимостью в твердом состоянии. Изотермические и политермические разрезы.              |
| P7 | Практическая работа 7 | ПК-2-В4;ПК-2-В3;ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-2-У6;ПК-2-У5;ПК-2-У4;ПК-2-У3;ПК-2-У2;ПК-2-У1 | Тройная система с невариантным эвтектическим равновесием и переменной растворимостью в твердом состоянии. Изотермические и политермические разрезы. Правило о числе фаз в соприкасающихся фазовых областях. |
| P8 | Практическая работа 8 | ПК-2-В4;ПК-2-В3;ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-2-У6;ПК-2-У5;ПК-2-У4;ПК-2-У3;ПК-2-У2;ПК-2-У1 | Тройная система с двойной конгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава. Изотермические и политермические разрезы. Квазибинарные разрезы и их свойства.                                    |
| P9 | Практическая работа 9 | ПК-2-В4;ПК-2-В3;ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-2-У6;ПК-2-У5;ПК-2-У4;ПК-2-У3;ПК-2-У2;ПК-2-У1 | Тройная система с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой постоянного состава. Изотермические и политермические разрезы.   |

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

Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций обучающихся сформирован фонд оценочных средств (Приложение 1 к РПД «Фонд оценочных средств по дисциплине Материаловедение»).

Примеры :

1. Нарисуйте схематично диаграмму состояния А-В в которой имеются следующие фазовые равновесия: Синтектическое, эвтектическое (2) и эвтектоидное
2. Перечислите поверхности начала кристаллизации двойных эвтектик на диаграмме (приведена на рисунке)
3. Какая фаза кристаллизуется первично в сплаве Ag-20Zn-20Cu?
4. Определите температур равновесного и неравновесного солидуса в сплаве Al-3Mg-2Cu-1Fe-2Si ( масс. %)

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

Оценка качества подготовки обучающихся проводится с целью контроля освоения обучающимися совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины. Освоение компетенций характеризуются определенными знаниями, умениями и навыками, опытом профессиональной деятельности, которые оцениваются как в процессе изучения дисциплины (текущий контроль успеваемости), так и по завершении изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации обучающихся или по результатам балльно-рейтинговой системы (БРС). Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций обучающихся сформирован фонд оценочных средств (Приложение 1 к РПД «Фонд оценочных средств по дисциплине Материаловедение»).

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине проводится в форме:

- контрольные работы; (ЗКР по 20 баллов , 60 баллов максимум)
- практические занятия (раздел 2 – 2.2-2.6) ( 12 контрольных (самостоятельных) работ по 3-4 балла на 10 минут каждая, 40 баллов максимум )

Порядок, определяющий процедуры оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности определен в Положении о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования.

Три контрольные работы по 20 баллов , 60 баллов максимум.

Пять практических занятий (раздел 2 – 2.2-2.6) по 5 баллов, 25 баллов максимум.

Все баллы, набранные в семестре, суммируются и относятся к общей сумме максимально возможных баллов, умножаются на 100 %.

В таблицах 1 – 2 приведены критерии оценок контроля успеваемости в семестре.

Таблица 1

Оценка ответов на вопросы контрольных (самостоятельных) работ

| Балл | Критерии  |
|------|---|
| 2-3  | «Отлично» Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер |
| 1-2  | «Хорошо» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера                 |
| 3    | «Удовлетворительно» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей  |
|      | Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов, допускает значительные неточности  |
| 2    | «Неудовлетворительно» Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы  |

Оценка ответов на вопрос контрольной работы

| Балл | Критерии   |
|------|--|
| 5    | Обучающийся полностью и аргументированно отвечает на вопрос  |
| 4    | Обучающийся отвечает на вопрос, но не может полностью его раскрыть                                     |
| 3    | Обучающийся правильно понимает вопрос, но отвечает однозначно и коротко                                |
| 2    | Обучающийся не понимает вопроса и неправильно отвечает (или вообще не отвечает) на поставленный вопрос |

Таблица 2

Оценивание результатов обучения:

| Оценка | Процент набранных в семестре баллов |
|--------|-------------------------------------|
| 5      | «Отлично» $\geq 86\%$               |
| 4      | «Хорошо» $\geq 75\%$                |
| 3      | «Удовлетворительно» $\geq 50\%$     |
| 2      | «Неудовлетворительно» $\leq 49\%$   |

Промежуточная аттестация проводится с целью оценки качества освоения обучающимися содержания дисциплины. При проведении промежуточной аттестации обучающийся демонстрирует знания, умения и навыки, приобретенные в процессе изучения дисциплины, которые характеризуют результат освоения совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины.

В случае, если обучающийся в течение семестра не набрал баллов, соответствующих оценке «удовлетворительно» и выше, то для него проводится промежуточная аттестация в форме письменного экзамена.

## 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 | Захаров А. М.  | Диаграммы состояния двойных и тройных систем: пособие для студ. металлург. спец. вузов   | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1978  |
| Л1.2 | Захаров А. М.  | Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учеб. пособие для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов                           | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1990  |
| Л1.3 | Поздняков А. В., Михайловская А. В., Яковцева О. А., др. | Материаловедение. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем: учеб. пособие   | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2016 |
| Л1.4 | Новиков И. И., Портной В. К., Михайловская А. В., др.    | Металловедение. Основы микроструктурного анализа: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - 'Металлургия' | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 2015 |

### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители   | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год      |
|------|---|--|------------------------|------------------------|
| Л2.1 | Белов Н. А.   | Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Диаграммы состояния трех- и четырехкомпонентных систем: лаб. практикум                      | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2007        |
| Л2.2 | Лахтин Ю. М.  | Металловедение и термическая обработка металлов: учебник для машиностроит. и металлург. спец. вузов  | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1993  |
| Л2.3 | Колачев Б. А., Елагин В. И., Ливанов В. А.                    | Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: Учебник для вузов по спец. 'Металловедение и термообработка металлов'             | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 1999 |
| Л2.4 | 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 |
| Л2.5 | Лилеев А. С., Малютина Е. С.                                  | Фазовые равновесия и структурообразование: сб. задач   | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2009      |
| Л2.6 | Лисовская Т. Д., Потапов Ю. В., Дашевский М. Я., Галаев А. А. | Ч.2: Фазовые равновесия и фазовые превращения: лаб. практикум для спец. 20.02 и 20.03  | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1994        |
| Л2.7 | Новиков В. Ю., Оленин В. В.                                   | Металлография: Разд.: Диаграммы фазового равновесия тройных систем и формирование структуры сплавов: курс лекций для студ. спец. 11.04, 11.05, 11.07 | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1989        |

|       | Авторы, составители                 | Заглавие   | Библиотека       | Издательство, год      |
|-------|-------------------------------------|--|------------------|------------------------|
| Л2.8  | Лилеев А. С.,<br>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        |
| Л2.9  | Лилеев А. С.,<br>Малютина Е. С.     | Фазовые равновесия и структурообразование. Двухкомпонентные диаграммы фазового равновесия: сб. задач: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - 'Металлургия' | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2012 |
| Л2.10 | Поздняков А. В.,<br>Чеверикин В. В. | Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallurgy                                     | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2012 |

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

|    |                                       |                     |
|----|---------------------------------------|---------------------|
| Э1 |                                       | lms.misis.ru        |
| Э2 | Российская Государственная Библиотека | https://www.rsl.ru/ |

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |   |
|-----|---|
| П.1 | ESET NOD32 Antivirus  |
| П.2 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr |
| П.3 | Microsoft Office  |
| П.4 | LMS Canvas  |
| П.5 | MS Teams  |
| П.6 | ThermoCalc  |

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

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                 | Назначение                      | Оснащение   |
|----------------------|---------------------------------|---|
| К-112                | Учебная аудитория/Лабораторная: | стационарные компьютеры 15 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования: мультимедийный проектор, доска, экран проекционный; плоттер Roland Camm-1 Servo, комплект учебной мебели |
| К-212                | Лекционная аудитория:           | компьютер лектора, проекторы, интерактивная периодическая система, комплект учебной мебели  |
| 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   |

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы включает:

учебники, учебные пособия;

электронные образовательные ресурсы;

методические пособия и материалы по выполнению лабораторных и контрольных работ, расчетно-графических и практических заданий;

Самостоятельная работа обучающихся является формой организации образовательного процесса по дисциплине, стимулирующей активность, самостоятельность и познавательный интерес студентов.

Самостоятельная работа обучающихся предусматривает углубленное изучение разделов и тем дисциплины, основных и дополнительных источников учебной и научной литературы.

Самостоятельная работа направлена на поиск учебной и научной информации, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, на выработку умений и навыков рациональной организации своей деятельности.

Самостоятельная работа включает следующие виды деятельности:

- работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку лекционных материалов (конспекты, презентации) и учебной литературы;
- поиск (подбор) и обзор научной и учебной литературы с использованием библиотечных и электронных образовательных ресурсов, источников информации в сети «Интернет» по изучаемой теме дисциплины;
- освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения;
- подготовка к практическим, семинарским и лабораторным занятиям;
- подготовка к экзамену.

Оценка качества подготовки обучающихся проводится с целью контроля освоения обучающимися совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины. Освоение компетенций характеризуется определенными знаниями, умениями и навыками, опытом профессиональной деятельности, которые оцениваются как в процессе изучения дисциплины (текущий контроль успеваемости), так и по завершении изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации обучающихся или по результатам балльно-рейтинговой системы (БРС).