

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 15.05.2023 10:02:53

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)

Фазовое равновесие в многокомпонентных системах

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Композиционные наноматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

83

часов на контроль

27

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 1 (1.1) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | УП | РП | УП | РП |
| Неделя | 18 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Практические | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Итого ауд. | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Контактная работа | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Сам. работа | 83 | 83 | 83 | 83 |
| Часы на контроль | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 144 |

Программу составил(и):

дфмн, Профессор, Антонов Владимир Евгеньевич

Рабочая программа

Фазовое равновесие 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 28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.03 Наноматериалы, 28.04.03-МНМ-22-1.plx Композиционные наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.03 Наноматериалы, Композиционные наноматериалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физической химии

Протокол от 22.06.2021 г., №11-20/21

Руководитель подразделения Салимон А.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|--|
| 1.1 | Цели освоения дисциплины - научить понимать и использовать фазовые диаграммы для решения различных практических задач по разработке новых и улучшению существующих промышленных сплавов, по совершенствованию металлургических процессов получения сплавов и их последующей термической, термобарической и механической обработки. |
| 1.2 | Задачи дисциплины: |
| 1.3 | • использование законов физики металлов, химии и термодинамики для анализа фазовых равновесий в гетерогенных системах; |
| 1.4 | • определение путей кристаллизации (установление последовательности изменения фазового состава системы, химического состава фаз и их содержания в системе) при охлаждении расплавов металлов и других веществ; |
| 1.5 | • изучение и расчет изменений фазового состава различных систем (в том числе, систем с аморфными фазами) при термобарической обработке. |
| 1.6 | |

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | | |
|------------|---|------------|
| Блок ОП: | | Б1.В.ДВ.01 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Нанобезопасность | |
| 2.2.2 | Наноразмерные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки | |
| 2.2.3 | Научно-исследовательская практика | |
| 2.2.4 | Неравновесные конденсированные системы, часть 2 | |
| 2.2.5 | Термодинамическое моделирование химических процессов в многокомпонентных гетерогенных системах | |
| 2.2.6 | Экспериментальные методы физики наноматериалов | |
| 2.2.7 | Научно-педагогическая практика | |
| 2.2.8 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.9 | Преддипломная практика | |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| |
|--|
| ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области получения и исследования наноматериалов и проводить испытания наноструктурированных композиционных материалов в соответствии с новыми техническими требованиями и осуществлять их контроль |
| Знать: |
| ПК-1-31 методы обработки и анализа научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний |
| Уметь: |
| ПК-1-У1 проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний |
| Владеть: |
| ПК-1-В1 методами обработки и анализа научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
| | Раздел 1. Основные понятия, используемые при изучении фазовых равновесий | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|-------------------------|--|--|--|--|
| 1.1 | Фазы, независимые компоненты, стабильные и метастабильные равновесия. Правило фаз Гиббса. Изотермические и изобарические сечения. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 1.2 | Подготовка к практическим работам /Ср/ | 1 | 14 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| | Раздел 2. Диаграммы однокомпонентных систем | | | | | | | |
| 2.1 | Ограничения на взаимное расположение линий стабильного равновесия вблизи тройной точки. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Уравнение Вант-Гоффа. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 2.2 | Подготовка к практическим работам /Ср/ | 1 | 5 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 2.3 | Правило фаз и поведение изохор на Т-Р диаграммах веществ с положительным и отрицательным объемным эффектом плавления. /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 2.4 | Соотношение температур плавления и давлений твердофазных переходов у стабильных и метастабильных фаз. Критическая точка типа жидкость-пар. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 2.5 | Подготовка к практическим работам /Ср/ | 1 | 5 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 2.6 | Приведенное уравнение ван-дер-Ваальса, правило Максвелла, закон соответственных состояний. /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| | Раздел 3. Диаграммы двухкомпонентных систем | | | | | | | |
| 3.1 | Условия равновесия двух фаз, метод общей касательной. Правило рычага. Твердые растворы. Энтальпия (\square Нсм) и энтропия смешения. Анализ возможных типов диаграмм состояния исходя из взаимного расположения кривых свободной энергии фаз. Пути конденсации и кристаллизации. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|---|-------------------------|--|--|-----|--|
| 3.2 | Подготовка к практическим работам /Ср/ | 1 | 8 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 3.3 | Пересечение кривых плавления с куполом расслоения твердых растворов, псевдоэвтектические и псевдоперитектические равновесия. Обязательность смыкания в точке минимума или максимума для кривых ликвидуса и солидуса с одинаковым знаком кривизны /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 3.4 | Системы с неограниченной растворимостью компонентов ($\square_{\text{Нсм}} < 0$). Диаграммы типа сигары, кривые плавления с максимумом и минимумом, точки равной концентрации. Расслоение растворов ($\square_{\text{Нсм}} < 0$). Ретроградная конденсация. Псевдоэвтектические равновесия в твердых растворах. Фазовые границы вблизи чистого вещества. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 3.5 | Подготовка к практическим работам /Ср/ | 1 | 8 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 3.6 | Основные типы диаграмм систем с различной кристаллической структурой компонентов: эвтектические, перитектические, монотектические, синтектические, метатектические, диаграммы с ретроградным плавлением. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 3.7 | Подготовка к практическим работам /Ср/ | 1 | 8 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 3.8 | Анализ ошибок в опубликованных диаграммах состояния двухкомпонентных систем. /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | КМ1 | |
| 3.9 | Системы с псевдокомпонентами (внутренними параметрами). Фазовые превращения в системах металл-газ. Изоморфные превращения в системах с переменной валентностью. Превращения между аморфными фазами. /Лек/ | 1 | 1 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |

| | | | | | | | | |
|------|--|---|---|-------------------------|--|--|-----|--|
| 3.10 | Подготовка к практическим работам /Ср/ | 1 | 8 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 3.11 | Методы определения топологии диаграмм вырожденных равновесий, линии которых сливаются в справочниках /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| | Раздел 4. Диаграммы трехкомпонентных систем | | | | | | | |
| 4.1 | Правила рычага для концентрационного треугольника Гиббса (I и II правило Свенсона, правила касательной и секущей). /Лек/ | 1 | 1 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 4.2 | Подготовка к практическим работам /Ср/ | 1 | 8 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 4.3 | Пути кристаллизации и изотермические сечения в системе без твердых растворов при наличии дважды перитектической точки. /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 4.4 | Системы без твердых растворов. Теорема Алкемаде. Проекция диаграмм. Свойства треугольников Алкемаде. Основные типы диаграмм состояния, пути кристаллизации, изотермические сечения: система с одной тройной эвтектикой, с одной тройной перитектикой, с двойной и тройной перитектикой /Лек/ | 1 | 1 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 4.5 | Подготовка к практическим работам /Ср/ | 1 | 8 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 4.6 | Пути кристаллизации и изотермические сечения в системе с твердыми растворами при наличии инвариантного эвтектического равновесия. /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | КМ2 | |

| | | | | | | | | |
|---|--|---|---|-------------------------|--|--|--|----|
| 4.7 | Системы с твердыми растворами. Теорема Райнза. Построение конод. Правило креста. Простейшие типы диаграмм состояния: система с непрерывными жидкими и твердыми растворами, с бинодальной поверхностью, с моновариантным эвтектическим равновесием и с моновариантным перитектическим равновесием. /Лек/ | 1 | 1 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 4.8 | Подготовка к практическим работам /Ср/ | 1 | 8 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| Раздел 5. Диаграммы четырехкомпонентных систем | | | | | | | | |
| 5.1 | Особые сечения концентрационного тетраэдра. Изотермические сечения и пути кристаллизации в системе с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии. Теорема Палатника о соприкосновении областей состояния и ее применение к двух- и трехмерным сечениям диаграмм. Геометрические образы равновесий различного числа фаз в четырехкомпонентных системах.. /Лек/ | 1 | 1 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | P1 |
| 5.2 | Подготовка к практическим работам /Ср/ | 1 | 3 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 5.3 | Доказательство леммы о фазовом составе полей с общей точкой на плоском сечении диаграммы; доказательства теоремы Райнза и правила креста как следствий теоремы Палатника. /Пр/ | 1 | 3 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |

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 | | <p>1. Двойные системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии и расслоением на две фазы в твердом состоянии. Температурные зависимости кривых свободной энергии жидкости и твердого раствора для диаграммы, подобной эвтектической. Вид термограмм для различных составов сплавов.</p> <p>2. Диаграмма двойной системы с перитектическим равновесием. Температурные зависимости кривых свободной энергии жидкости и двух твердых растворов. Вид термограмм для различных составов сплавов.</p> <p>3. Энергия Гиббса слабого раствора. Химические потенциалы растворителя и растворенного вещества. Фазовые границы вблизи чистого вещества.</p> <p>4. Модель регулярных растворов. Вывод условия равновесия двух фаз.</p> <p>5. Модель регулярных растворов для расслоения в растворах с псевдокомпонентами. Вывод формул для концентрационных зависимостей температуры расслоения и температуры спинодали, а также для зависимости критической температуры расслоения от величины энергии смешения</p> |
| КМ2 | Контрольная работа 2 | | <p>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</p> <p>1 Пример диаграммы с ретроградной конденсацией.</p> <p>2 Пути кристаллизации и термограммы для различных составов сплавов на Т-с диаграмме Рис. 1.</p> <p>3 Отличие псевдокомпонента (внутреннего параметра) от независимого компонента системы. Три примера псевдокомпонентов.</p> <p>4 Различия в фазовых равновесиях в системе металл-газ при температурах ниже и выше температуры замораживания обмена атомами с газовой фазой (на примере системы Pd-H).</p> <p>5 Понятие спинодали. Расположение спинодальных кривых на Т-с сечениях и проекциях фазовых диаграмм с куполом расслоения. Расположение спинодальных кривых на Т-Р диаграммах псевдодвухкомпонентных систем (например, церия).</p> <p>6 Общие закономерности строения Т-с диаграмм двойных систем: – Что может отделять друг от друга двухфазные области? – Сколько двухфазных областей прилегает к горизонтали трехфазного равновесия и сколько граничных кривых может к ней подходить? – Что порождает пересечение двух граничных кривых?</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 |
|------------|------------------|------------------------------------|--|
| Р1 | Домашнее задание | | <p>ЗАДАЧИ</p> <p>1. Вывод правила фаз Гиббса.</p> <p>2. Метастабильная устойчивость фаз: – знак теплоты перехода I рода при нагреве и принцип Ле-Шателье; – ограничения на расположение линий равновесия вблизи тройной точки; – соотношение между температурами плавления стабильной и метастабильной фаз.</p> <p>3. Критическая точка типа жидкость-пар. Вывод условия ($\square P/\square V$)$T = 0$ для критической точки. Критическая опалесценция и ее причина. Системы, описываемые уравнением ван-дер-Ваальса; вывод правила Максвелла и закона соответственных состояний.</p> <p>4. Изохоры на Т-Р диаграммах однокомпонентных веществ с положительным и отрицательным объемным эффектом плавления.</p> <p>5. Вывод правила общей касательной к кривым свободной энергии для двухфазного равновесия в двухкомпонентной системе и вывод правила рычага.</p> <p>6. Двойные системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии. Температурные зависимости кривых свободной энергии жидкости и твердого раствора для диаграмм типа сигары и диаграмм с минимумом и максимумом на кривой плавления. Вид термограмм для различных составов сплавов.</p> |

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

1. Вывод правила фаз Гиббса.
2. Метастабильная устойчивость фаз:
 - знак теплоты перехода I рода при нагреве и принцип Ле-Шателье;
 - ограничения на расположение линий равновесия вблизи тройной точки;
 - соотношение между температурами плавления стабильной и метастабильной фаз.
3. Критическая точка типа жидкость-пар. Вывод условия $(\square P/\square V)T = 0$ для критической точки. Критическая опалесценция и ее причина. Системы, описываемые уравнением ван-дер-Ваальса; вывод правила Максвелла и закона соответственных состояний.
4. Изохоры на T-P диаграммах однокомпонентных веществ с положительным и отрицательным объемным эффектом плавления.
5. Вывод правила общей касательной к кривым свободной энергии для двухфазного равновесия в двухкомпонентной системе и вывод правила рычага.
6. Двойные системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии. Температурные зависимости кривых свободной энергии жидкости и твердого раствора для диаграмм типа сигары и диаграмм с минимумом и максимумом на кривой плавления. Вид термограмм для различных составов сплавов.

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 «не явка» – 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 | Захаров А. М. | Диаграммы состояний четверных систем | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgia, 1964 |
| Л1.2 | Захаров А. М. | Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учеб. пособие для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgia, 1990 |
| Л1.3 | Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. | Т.5: Статистическая физика | Библиотека МИСиС | , 1964 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|-------------------------------|--|------------------|-------------------|
| Л2.1 | Кузнецов Г. М., Новиков И. И. | Металловедение и рентгенография. Разд. Диаграммы состояния двухкомпонентных и трехкомпонентных систем: курс лекций | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1977 |

6.1.3. Методические разработки

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---------------------|---|------------------|------------------------|
| Л3.1 | Белов Н. А. | Диаграммы состояния тройных и четверных систем: учеб. пособие для студ. вузов спец. - Metallurgia | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2007 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|--|---|
| Э1 | ОШИБКИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ. | http://www.pavel-fedorov.sitecity.ru/ltxt_2004123000.phtml |
|----|--|---|

| | | |
|---|---|---|
| Э2 | General Discussion of Phase Diagrams | http://ceramics.org/wp-content/uploads/2008/12/general_discussions_phase_diagram.pdf |
| 6.3 Перечень программного обеспечения | | |
| П.1 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr | |
| П.2 | ESET NOD32 Antivirus | |
| П.3 | Win Pro 10 32-bit/64-bit | |
| 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных | | |
| И.1 | — Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/ | |
| И.2 | — Полнотекстовые деловые публикации информгентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news | |
| И.3 | Иностраннне базы данных (доступ с IP адресов МИСиС): | |

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 |
| 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. |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации. Предусматриваются расчетные домашние задания по различным разделам курса. 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);
- при выполнении домашних заданий предусмотрено использование специализированной компьютерной лаборатории.