

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 30.08.2023 16:44:05

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)

# Теория фаз и фазовых превращений

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Биомедицинские наноматериалы

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			
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	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*кфмн, Зав. каф., Савченко Александр Григорьевич; ассистент, Медведева Татьяна Михайловна*

Рабочая программа

**Теория фаз и фазовых превращений**

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 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-8.plx Биомедицинские наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСиС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Биомедицинские наноматериалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСиС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физического материаловедения**

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко Александр Григорьевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а так же научить студентов использовать основные законы термодинамики и теории конденсированных фаз для анализа и прогнозирования химического взаимодействия компонентов, оценки устойчивости конденсированных фаз, а также прогнозирования их свойств с учетом особенностей фазовых превращений в конденсированном состоянии.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Биоорганическая химия	
2.2.2	Биофизика. Часть 2. Молекулярная биофизика	
2.2.3	Дифракционные и микроскопические методы	
2.2.4	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.2.5	Органические наноматериалы	
2.2.6	Основы физической и коллоидной химии	
2.2.7	Производственная практика	
2.2.8	Бионаномедицина	
2.2.9	Медицинская химия	
2.2.10	Основы клеточной биологии	
2.2.11	Основы нанохимии	
2.2.12	Педагогическая практика	
2.2.13	Спектроскопические и зондовые методы	
2.2.14	Фармацевтическая химия	
2.2.15	Физические методы исследования материалов	
2.2.16	Химические основы биологических процессов	
2.2.17	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.18	Преддипломная практика	

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

<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-5-32 основы термодинамики
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 основы химии, физики, физической химии, кристаллографии
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-5-31 основы современного материаловедения, в том числе методы получения и классификацию материалов
<b>ПК-6: Способен к реализации программ высшего образования уровня бакалавриат в области материаловедения и технологии</b>
<b>Знать:</b>
ПК-6-31 электронное строение атомов и молекул, типы химических связей

<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-5-У2 использовать физические принципы на практике;
ОПК-5-У1 находить и использовать термодинамические справочные данные
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 работать с разными типами кристаллических решеток, в том числе с табличными данными
УК-1-У2 решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 систематизировать полученные данные для оценки производственных или исследовательских задач
ОПК-1-У2 применять основные базовые знания в смежных областях
<b>ПК-6: Способен к реализации программ высшего образования уровня бакалавриат в области материаловедения и технологии</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-6-В2 комплексом технических программ для обработки результатов измерений
ПК-6-В1 комплексом экспериментальных методов определения физико-химических и механических свойств, в том числе самостоятельно проводить измерения
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента

#### 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. Классификация конденсированных сред. Типы связей в кристаллах</b>							
1.1	Классификация конденсированных состояний неорганических веществ по типу химической связи и атомной структуре. Классификация конденсированных фаз, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь, Ван-дер-Ваальсова связь, водородная связь /Лек/	1	2	УК-1-У1 ОПК-5-31 ПК-6-31	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.1 Э2 Э6 Э7			
1.2	Изучение и расчёт типов связей в кристаллах /Пр/	1	4	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-6-31	Л1.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э6		КМ1,КМ2	Р1

1.3	Изучение физических основ различных типов химической связи в металлических и неметаллических материалах. Установление закономерностей связи типов химических связей и атомной структурой материалов /Ср/	1	4	ОПК-5-31 ПК-6-31	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.1 Э2 Э6 Э7			
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Начала термодинамики, термодинамические потенциалы и функции состояния</b>							
2.1	Общие сведения. Классификация важнейших типов термодинамических систем по характеру их взаимодействия с окружающей средой. Термодинамические параметры, общие с механикой /Лек/	1	2	ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э3 Э7			
2.2	Термодинамические величины, системы, процессы. Механическая, тепловая и внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Свободная энергия Гельмгольца. Энтальпия. Энтропия. Свободная энергия Гиббса. Температура. Второе начало термодинамики. Третье начало термодинамики. Уравнение состояния. Стандарты термодинамики. /Лек/	1	2	ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э3 Э7			
2.3	Изучение начал термодинамики, термодинамических потенциалов и функций состояния /Ср/	1	4	ОПК-5-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э3 Э7			
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Общие закономерности фазовых превращений в твёрдом состоянии</b>							
3.1	Затвердевание расплавов. Термодинамика зарождения фаз. Кристаллизация из пересыщенного раствора. Кинетика процесса кристаллизации. Атомная теория роста и форма кристаллов. Атомные механизмы роста кристаллитов. /Лек/	1	2	ОПК-5-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э4 Э5 Э6 Э7			

3.2	Кристаллизация сплавов. Особенности кристаллизации сплавов. Концентрационное переохлаждение. Строение слитка. Эвтектическая кристаллизация. Методы выращивания монокристаллов. Затвердевание расплавов при больших переохлаждениях. Процессы аморфизации. /Лек/	1	1	ОПК-5-31 ОПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э5 Э6 Э7			
3.3	Фазовые равновесия. Общие понятия о фазах и фазовых равновесиях. Правило фаз. Термодинамические стимулы фазовых превращений. Условия и критерии стабильности фаз в сплавах. /Ср/	1	4	ОПК-5-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э4 Э6 Э7			
3.4	Изучение общих закономерностей фазовых превращений в твёрдом состоянии: затвердевание расплавов и кристаллизация сплавов. /Пр/	1	3	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ПК -6-31 ПК-6-В2	Л1.1Л2.4 Э1 Э5 Э6		КМ3	Р1
	<b>Раздел 4. Раздел 4. Термодинамика и атомные механизмы процессов упорядочения в сплавах</b>							
4.1	Параметры, характеризующие упорядочение атомов в сплавах. Сверхструктуры в твёрдых растворах замещения и внедрения. Термодинамическая теория упорядочения (фазовых переходов II рода). Статистическая теория упорядочения. Квазихимическая трактовка ближнего порядка. /Лек/	1	2	ОПК-5-31 ОПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э7			
4.2	Изучение закономерностей и механизмов образования твердых растворов по знаку энергии смешения /Пр/	1	2	УК-1-У1 УК-1 -У2 УК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У2 ПК -6-В1 ПК-6-В2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э6		КМ5	Р1
4.3	Эвтектическая кристаллизация. /Ср/	1	2	ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э6 Э7			
4.4	Методы выращивания монокристаллов /Ср/	1	2	ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э6 Э7			

4.5	Затвердевание расплавов при больших переохлаждениях. Процессы аморфизации /Ср/	1	2	ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э6 Э7			
	<b>Раздел 5. Раздел 5. Термодинамика и атомные механизмы процессов распада пересыщенных твёрдых растворов</b>							
5.1	Механизмы фазовых превращений. Общие представления. Классификация фазовых превращений в твёрдом состоянии. Роль упругой и межфазной поверхностной энергии в ФП. Бездиффузионные превращения /Лек/	1	1	ОПК-5-31 ОПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э5 Э6 Э7			
5.2	Диффузионные превращения. Взгляд в прошлое. Аллотропические превращения. Диффузионные превращения /Лек/	1	1	ОПК-5-31 ОПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.5Л3.1 Э5 Э6 Э7			
5.3	Изучение закономерностей и механизмов диффузии и диффузионных превращений. /Пр/	1	5	УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-6-В2	Л1.1Л2.5Л3.1 1 Э1 Э5 Э6		КМ4	Р1
5.4	Распад пересыщенных твёрдых растворов. Спинодальный распад. Распад по механизму образования и роста зародышей. Стадии распада пересыщенного твёрдого раствора. Термодинамика последовательности выделения промежуточных и стабильных фаз. Коагуляция выделений. Метастабильное и лабильное состояние. Роль дефектов решетки в процессах распада твердого раствора. Возврат при (после) старения. Отпуск сталей. /Лек/	1	2	ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.5Л3.1 Э5 Э6 Э7			
5.5	Роль дефектов решетки в процессах распада твердого раствора. Возврат при (после) старения. Отпуск сталей. /Ср/	1	4	ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.5Л3.1 Э5 Э6 Э7			
	<b>Раздел 6. Раздел 6. Термодинамика мартенситных превращений</b>							

6.1	Бездиффузионные превращения. Мартенситное превращение. Особенности. Кристаллографическая теория мартенситных превращений в сталях. Морфология и субструктура мартенситных кристаллов в сталях. /Лек/	1	2	ОПК-5-31 ОПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3. 1 Э5 Э7			
6.2	Влияние экстремальных воздействий на структуру материалов. Доклад рефератов на выбранную тему. /Пр/	1	3	УК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У2 ПК-6-В1 ПК-6-В2	Л1.1Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э5			P2,P1
6.3	Превращения в титане и твердых растворах на его основе, образование омега-фазы /Ср/	1	3	ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3. 1 Э5 Э7			
6.4	Мартенситные превращения в промежуточных фазах /Ср/	1	3	ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3. 1 Э5 Э7			
6.5	Превращение в мартенсите при отпуске стали /Ср/	1	3	ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3. 1 Э5 Э7			
6.6	Подготовка реферата на выбранную тему /Ср/	1	7	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-5-31 ОПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			P2

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Тест в системе LMS Canvas "Основы кристаллографии. Химическая связь и энергия Маделунга"	ОПК-5-31;ОПК-5-32;УК-1-У1;ПК-6-31	Перед началом теста повторить типы решеток и типы химических связей
КМ2	Контрольная работа "Расчет энергии Маделунга"	ОПК-5-У2;УК-1-У1;УК-1-У2;ОПК-5-У1	Что такое энергия Маделунга? Какие величины входят в формулу расчета энергии Маделунга? Отличие устойчивого и неустойчивого химического состояния?
КМ3	Тест в системе LMS Canvas "Кристаллизация"	ОПК-5-32;ОПК-5-31;ПК-6-31	Что такое кристаллизация? Фазовый переход 1 и 2 рода? Гомогенная и гетерогенная кристаллизация? Какие величины входят в уравнение Колмагорова? Какие допущения есть в теории Колмагорова?
КМ4	Тест в системе LMS Canvas "Диффузия в твердых телах"	ОПК-5-31;ОПК-5-32;ОПК-5-У2;УК-1-У1;ПК-6-31	Что такое диффузия в твердых телах? Типы диффузии? Механизмы диффузии? Какие величины входят в закон Аррениуса? Что описывает первый и второй закон Фика?



КМ5	Тест в системе LMS Canvas "Энергия смешения систем"	ОПК-5-31;ОПК-5-32;ОПК-5-У2	Что такое фаза? Что такое энергия смешения? Что такое расслоение? Что такое упорядочение?
-----	---	----------------------------	--

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическое занятие	ОПК-5-31;ОПК-5-32;ОПК-5-У2;ОПК-1-31;ОПК-1-У2;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;ПК-6-31;ПК-6-В1;ПК-6-В2	
P2	Реферат	ОПК-5-31;ОПК-5-32;ПК-6-31;ОПК-1-У2;ОПК-1-У1;ОПК-1-31	<p>Примеры тем рефератов:</p> <p>Получение титановых имплантов методом РКУП</p> <p>Применение углеродных волокон для армирования бетона</p> <p>Применение механоактивации для получения аморфного состояния</p> <p>Получение нанопленок пленок системы ND-FE-B</p> <p>Материалы с эффектом памяти формы для медицины</p> <p>Процессы кристаллизации при получении алюминиевых сплавов методом SLM</p> <p>Мультиферроики - перспективные материалы в микроэлектронике</p> <p>Процессы кристаллизации при получении титановых сплавов методом SLM</p> <p>Процессы кристаллизации при получении сплавов системы Co-Cr-Mo методом SLM</p> <p>Получение наночастиц из макроскопических материалов путем диспергирования</p> <p>Основы процесса кристаллизации наночастиц оксида железа</p> <p>Процессы диффузии в процессах восстановления металлов</p> <p>Процессы зародышеобразования влияющие на морфология частиц оксидов железа.</p>

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

Экзамен состоит из двух частей: трех теоретических вопросов и 2 задач.

Правильный ответ на 3 теоретических вопроса оценивается в 1 балл

Каждая задача оценивается в 2 балла.

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

По курсу предусмотрен экзамен с оценкой. Оценка на экзамене проставляется с учётом оценок текущего контроля (результатов контрольной работы, оценок, полученных на практических занятиях), но на основании оценки ответов на вопросы, сформулированные в экзаменационном билете, а также задаваемые в по ходу экзамена.

Оценка «отлично»

– обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний 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, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно»

– обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике.

Оценка «неудовлетворительно»

– обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные или некорректные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка»

– обучающийся на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Томилин В. И., Томилина Н. П., Бахтина В. А.	Физическое материаловедение. В 2 частях: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012
Л1.2	Уманский Я. С., Скаков Ю. А.	Физика металлов. Атомное строение металлов и сплавов: учебник для студ. вузов спец. -Физика металлов	Библиотека МИСиС	М.: Атомиздат, 1978

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Хачатурян А. Г.	Теория фазовых превращений и структура твердых рас-творов: монография	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1974
Л2.2	Синай Я. Г.	Теория фазовых переходов: строгие результаты	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1980
Л2.3	Дьяконова Н. П., Расторгуев Л. Н., Скаков Ю. А., Скаков Ю. А.	Кристаллография, рентгенография, электронная микроскопия и физика металлов: Разд.: Кристаллохимия, атомно-кристаллическая структура фаз металлических систем: Учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 11.04, 11.05, 11.07	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988
Л2.4	Скаков Ю. А.	Физика конденсированных сред: Разд.: Атомное строение металлов и сплавов: Учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 07090.00 и направл. 5104.03 и 5104.11	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л2.5	Бокштейн Б. С., Ярославцев А. Б.	Диффузия атомов и ионов в твердых телах	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Ягодкин Ю. Д., Свиридова Т. А.	Атомное строение фаз. Кристаллохимия твердых растворов и промежуточных фаз. Структура аморфных, квазикристаллических и нанокристаллических материалов: курс лекций для студ. спец. - 'Физика металлов' и 'Наноматериалы'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л3.2	Скаков Ю. А., Чириков Н. В., Ягодкин Ю. Д., Свиридова Т. А.	Физика конденсированного состояния: Справочные материалы для студ. спец. 0708, 0709, 510.403, 510411	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000

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

Э1	Курс "Теория фаз и фазовых превращений"	<a href="https://lms.misis.ru/courses/3992">https://lms.misis.ru/courses/3992</a>
Э2	Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова / Геологический факультет В.С. Урусов, Н.Н. Еремин КРИСТАЛЛОХИМИЯ (краткийкурс) Часть 1. Издательство Московского университета 2004	<a href="http://cryst.geol.msu.ru/courses/crchem/part1.pdf">http://cryst.geol.msu.ru/courses/crchem/part1.pdf</a>

Э3	Министерство образования и науки Российской Федерации ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина Г.П. Николаев, А.Э. Лойко ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА Учебное электронное текстовое издание УрФУ, 2013 ЕКАТЕРИНБУРГ	<a href="https://study.urfu.ru/Aid/Publication/11957/1/Nikolaev_Loyko.pdf">https://study.urfu.ru/Aid/Publication/11957/1/Nikolaev_Loyko.pdf</a>
Э4	Общие закономерности фазовых превращений в твердом состоянии	<a href="https://www.ktovdome.ru/teoriya_termicheskoy_obrabotki_materialov/355/80/">https://www.ktovdome.ru/teoriya_termicheskoy_obrabotki_materialov/355/80/</a>
Э5	Доцент КОФ ФТИ ТПУ, к.физ.-мат.н Купрекова Е.И. Лекция 11.Фазовые диаграммы: развитие микроструктуры и управление механическими свойствами	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/e/EIKUPREKOVA/Teaching/Tab1/Tab/111.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/e/EIKUPREKOVA/Teaching/Tab1/Tab/111.pdf</a>
Э6	В.И. Капустин – Материаловедение и технологии электроники. 2014	<a href="https://studref.com/350236/tehnika/materialovedenie_i_tehnologii_elektroniki">https://studref.com/350236/tehnika/materialovedenie_i_tehnologii_elektroniki</a>
Э7	Физическое материаловедение, Том 2, Основы материаловедения, Калинин Б.А., 2007	<a href="https://obuchalka.org/2015040983986/fizicheskoe-materialovedenie-tom-2-osnovi-materialovedeniya-kalinin-b-a-2007.html">https://obuchalka.org/2015040983986/fizicheskoe-materialovedenie-tom-2-osnovi-materialovedeniya-kalinin-b-a-2007.html</a>

### 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	LMS Canvas
П.3	Microsoft Office
П.4	ESET NOD32 Antivirus

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

И.1	И1 Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	И1.1 — Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	И1.2 — Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.4	И2 Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	И2.1 — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.6	И2.2 — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.7	И2.3 — наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.8	И2.4 — научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
Б-429	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютерный класс на 6 студентов и преподавателя (7 компьютеров); установка для измерения магнитных характеристик; установка для определения потерь на перемагничивание МК-4Э; магнитноизмерительная установка МК-3Э; стенд для измерения удельного электросопротивления; дилатометр; твердометр по Роквеллу; комплект учебной мебели
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

Лекционные занятия нацелены на углублённое изучение студентами базовых, фундаментальных вопросов «Теория фаз и фазовых превращений».

При проведении обучения предусматриваются практические занятия по различным разделам курса, а также

самостоятельная работа, в том числе в форме самостоятельного углублённого изучения отдельных разделов курса и самостоятельного решения задач 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);

- использование при проведении занятий специализированной аудитории - физической лаборатории, с возможностью проведения занятий в интерактивной форме;

- использование при проведении занятий активных форм обучения – учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к основополагающим и требует определённого 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.

В связи с использованием во время занятий мультимедийных технологий для проведения лекционных занятий требуется специализированная мультимедийная аудитория с возможностью показа видеоматериалов с аудио сопровождением и доступом к сети Интернет.