



Программу составил(и):

*дтн, Профессор, Беломытцев Михаил Юрьевич*

---

---

Рабочая программа

**Теория твердофазных превращений**

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 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, МиТМ-21.plx Материаловедение и технологии новых материалов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.06.2021, протокол № 9-21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электротехнологии**

Протокол от 26.06.2021 г., №10

Зав. кафедрой Еланский Д.Г. \_\_\_\_\_

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель – дать необходимые базовые знания по теории процессов фазовых и структурных превращений для всесторонней реализации бакалавров направления подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов в различных областях и видах их профессиональной деятельности.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	Научить
1.4	отличать различные процессы фазовых и структурных превращений;
1.5	анализировать последовательность атомно-кристаллических изменений структуры;
1.6	проводить сравнительную оценку различных методов наблюдения процессов.

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.01
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Дефекты кристаллической решётки
2.1.2	Организация планирование и техника проведения эксперимента
2.1.3	Механические свойства материалов
2.1.4	Математика
2.1.5	Физическая химия
2.1.6	Материаловедение
2.1.7	Физика
2.1.8	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Термическая обработка металлоизделий и труб
2.2.2	Химико-термическая обработка материалов
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР

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

<b>ПК-3:</b>	<b>Способен сопровождать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>ПК-3.1:</b>	<b>Проводит анализ на соответствие структуры и свойств материалов и изделий из них заданным технологическим и эксплуатационным требованиям</b>
<b>Знать:</b>	
ПК-3.1-33	основные изменения структуры и кристаллической решётки при различных деформационно-термических воздействиях на металлы и сплавы
ПК-3.1-32	базовые знания по теории процессов фазовых и структурных превращений
ПК-3.1-31	основные виды фазово-структурных превращений;
<b>Уметь:</b>	
ПК-3.1-У3	анализировать последовательность атомно-кристаллических изменений структуры
ПК-3.1-У2	предлагать на основе информационного поиска современные методы наблюдения превращений в материалах различного структурно-механического класса;
ПК-3.1-У1	решать типовые задачи в области структурных превращений;
<b>Владеть:</b>	
ПК-3.1-В3	навыками по проведению сравнительной оценки различных методов наблюдения процессов
ПК-3.1-В2	практическими навыками оценки структуры и механических свойств после различных видов деформационно-термической воздействия;
ПК-3.1-В1	принципами классификации наблюдаемых явлений;

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1. Теория процессов кристаллизации.</b>					
1.1	Теория процессов кристаллизации. Аморфное и квазикристаллическое состояния. Высокоэнтропийные материалы. /Лек/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
1.2	Высокоэнтропийные материалы. /Пр/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
1.3	Строение слитка. Чернов Д.К. Дендритная ликвация. Модификация при плавке. Градиентное зёрненное строение на примере Ni-сплавов. /Лек/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
1.4	Градиентное зёрненное строение на примере Ni-сплавов. /Пр/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
1.5	Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала. /Ср/	6	6	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
	<b>Раздел 2. Превращения и структуры при холодной деформации.</b>					
2.1	Превращения и структуры при холодной деформации. Формирование нанозерна и особенности нанокристаллического состояния. Анизотропия и текстура. Механическое легирование. /Лек/	6	6	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
2.2	Анизотропия и текстура. Механическое легирование. /Пр/	6	4	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
2.3	Превращения и структуры при нагреве наклепанной структуры. Рекристаллизация. /Лек/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
2.4	Рекристаллизация наноматериалов. Рост зерна при отжиге. /Пр/	6	4	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
2.5	Превращения и структуры при горячей деформации. Теория и процессы при сверхпластичности. /Лек/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
2.6	Теория и процессы при сверхпластичности. /Пр/	6	4	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
2.7	Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала. /Ср/	6	12	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
	<b>Раздел 3. Типы твёрдых структур.</b>					
3.1	Типы твёрдых структур. Методы их получения. Твёрдые растворы Промежуточные фазы /Лек/	6	4	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.2	Твёрдые растворы Промежуточные фазы /Пр/	6	4	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.3	Магнитные превращения /Лек/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.4	Магнитные превращения /Пр/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.5	Упорядочение твёрдых растворов и хим. соединений /Лек/	6	4	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.6	Упорядочение твёрдых растворов и хим. соединений /Пр/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.7	Теория гомогенного распада твёрдых растворов. /Лек/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.8	Теория гомогенного распада твёрдых растворов. /Пр/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.9	Теория формирования 2-х фазных зёрнистых структур, теория перлитного распада. /Лек/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.10	Теория перлитного распада. /Пр/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.11	Теория мартенситного превращения. /Лек/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	

3.12	Теория мартенситного превращения. /Пр/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.13	Теория фазовых превращений при поверхностных насыщениях (ХТО). Внутреннее насыщение. /Лек/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.14	Внутреннее насыщение. /Пр/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
3.15	Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала. /Ср/	6	16	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
<b>Раздел 4. Формирование структур цветных сплавов</b>						
4.1	Формирование структур цветных сплавов (Cu, Al, Ti, Ni) /Лек/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
4.2	Формирование структур цветных сплавов (Cu, Al, Ti, Ni) /Пр/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
4.3	Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала. /Ср/	6	4	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
<b>Раздел 5. Основы порошковой металлургии.</b>						
5.1	Основы порошковой металлургии. /Лек/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
5.2	Формирование структуры гранул /Пр/	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
5.3	Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала. /Ср/	6	5	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
	Контроль	6	27	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	
	КСР	6	2	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1Л2.2	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Приложение)

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Лившиц Б.Г.	Физические свойства металлов и сплавов: учебник	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1980
Л1.2	Веденский В.Ю. и др	Структурообразование и анализ фазовых превращений в сплавах железо-углерод	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocument">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocument</a>	МИСиС, 2010
Л1.3	Лилеев А.С. Малютин Е.С Старикова А.С.	Фазовые равновесия и структурообразование. Курс лекций	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocument">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocument</a>	МИСиС, 2010

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Лившиц Б.Г.	Металлография : учебник для вузов	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1990
Л2.2	Горелик С.С.	Рекристаллизация металлов и сплавов	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=8409">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=8409</a>	Металлургия, 2016

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

##### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Windows 7 Professional
П.2	Microsoft Office 2007
П.3	антивирусное ПО Dr.Web
П.4	MS Teams
П.5	LMS Canvas

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

И.1	Научная электронная библиотека <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>
И.2	Электронная библиотека МИСиС <a href="http://lib.misis.ru">http://lib.misis.ru</a>
И.3	ЭБС Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
И.4	Российская платформа открытого образования <a href="http://openedu.ru">http://openedu.ru</a>

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
4	Теория твердофазных превращений	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций: доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций
35	Теория твердофазных превращений	Лаборатория доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (10 шт.), стул (20 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций. Оборудование: металлографический микроскоп с цифровой камерой, 40-1600 кр. увел. Набор оборудования для подготовки образцов материалов.
46	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся	доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий и вопросов для внутрисеместрового контроля знаний. Это обеспечивается методическими разработками, созданными в электронном формате, существенно повышающими эффективность самостоятельной работы студентов.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

При выполнении домашних заданий осваиваются классические методы изучения вопроса. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций с широким привлечением мультимедийной техники, и Интернета, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам.

Дисциплина 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.