

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1159439	Теория превращений в металлах и сплавах

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Физическое материаловедение специальных сплавов	<b>Код ОП</b> 1. 22.04.01/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Материаловедение и технологии материалов	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 22.04.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Корниенко Ольга Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	термообработки и физики металлов
2	Попов Артемий Александрович	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	термообработки и физики металлов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теория превращений в металлах и сплавах

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Теория превращений в металлах и сплавах» направлен на изучение основных закономерностей фазовых и структурных превращений в металлических материалах, а также влияния различных обработок на формирование комплекса служебных свойств. Содержание дисциплины модуля позволит студентам изучить механизмы фазовых и структурных превращений, протекающих в металлических материалах; научиться анализировать фазовые и структурные превращения, протекающие в металлических материалах в твердом состоянии в зависимости от внешних условий; научиться применять полученные знания для интерпретации наблюдаемых экспериментально явлений; освоить принципы управления фазовым составом и структурой металлических материалов с целью получения требуемого комплекса свойств.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Теория превращений в металлах и сплавах	5
ИТОГО по модулю:		5

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	Не предусмотрены
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Материаловедение и технологии материалов</li><li>2. Материалы с высокой удельной прочностью</li><li>3. Структура и механические свойства сплавов</li></ol>

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Теория превращений в металлах и	ПК-1 - Способен создавать новые специальные сплавы с заданным комплексом	З-1 - Характеризовать комплекс свойств изделия с учетом области его использования.

сплавах	свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения	<p>З-2 - Изложить основные принципы, методы и способы создания новых сплавов с заданным комплексом свойств.</p> <p>З-3 - Сделать обзор теоретических и методических аспектов проблемы рационального использования материалов при производстве изделий и экологических последствий их применения.</p> <p>У-1 - Выбирать оптимальные методы и способы создания новых специальных сплавов с учетом требуемого комплекса свойств конкретных изделий, области их использования и экологических последствий применения.</p>
	ПК-2 - Способен выполнять комплексные исследования структуры и свойств специальных сплавов (изделий из них), используя существующие методики, адаптируя их или разрабатывая новые	<p>З-1 - Описывать структуру и свойства специальных сплавов и изделий из них.</p> <p>З-2 - Объяснять зависимость свойств от структурных и технологических параметров обработки изделий из специальных сплавов</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теория превращений в металлах и сплавах**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Корниенко Ольга Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	термообработки и физики металлов
2	Попов Артемий Александрович	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	термообработки и физики металлов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии**

Протокол № 20220331-01 от 31.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Корниенко Ольга Юрьевна, Доцент, термообработки и физики металлов
- Попов Артемий Александрович, Заведующий кафедрой, термообработки и физики металлов

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания; Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Классификация фазовых превращений	Общая классификация фазовых превращений и проблема зарождения новой фазы. Роль упругой и поверхностной энергий. Структура и энергия межфазных границ. Условие когерентности решеток на границе раздела фаз. Особенности кинетики фазовых превращений в связи с характером движения границы раздела фаз. Скользящие и нескользящие границы. Понятие о бездиффузионном превращении. Процессы зарождения и роста. Роль диффузии в фазовых превращениях. Типы диффузионных и бездиффузионных превращений в твердом состоянии. Общая классификация гетерогенных превращений.
P2	Особенности зарождения новых фаз	Процессы зарождения. Зарождение выделений второй фазы из пересыщенного твердого раствора. Гомогенное и гетерогенное зарождение. Образование переходных фаз. Влияние примесных атомов. Рост выделений из пересыщенного твердого раствора. Теории термически активируемого роста. Рост, контролируемый процессами на межфазной границе. Рост, лимитируемый диффузией. Линейный рост двухфазных областей. Формальная кинетика процессов зарождения и роста. Кривые изотермического превращения. Уравнение Аврами. Превращения с параболическим законом роста. Влияние температуры. Неизотермические превращения. Растворение выделений второй фазы. Растворение, контролируемое

		диффузией. Кинетика реакций на поверхности раздела. Сетки выделений второй фазы. Практическое применение теории. Растворимость карбидов, нитридов и интерметаллидов при нагреве. Стадии растворения. Термодинамика процесса. Влияние легирующих элементов на растворимость. Роль термодинамической активности. Влияние состава твердого раствора.
<b>P3</b>	Аллотропические превращения в металлах	Характер изменения атомнокристаллической структуры при аллотропических превращениях в металлах. Кинетика нормального аллотропического превращения. Термодинамика массивного превращения в сплавах. Определение концентрационно-температурных условий бездиффузионного массивного превращения. Аллотропические превращения в титане и его сплавах. Мартенситные реакции и особые свойства материалов. Мартенситные реакции в легированных латунях, интерметаллидах.
<b>P4</b>	Промежуточные превращения в сплавах титана	Промежуточные превращения в сплавах титана. Изотермическое образование альфа- и омега- фаз. Их влияние на структуру и свойства сплавов.
<b>P5</b>	Старение сплавов	Изменение свойств и структуры при старении сплавов. Некоторые вопросы термодинамики и кинетики распада пересыщенных твердых растворов. Нестабильность структуры, вызванная изменением химической свободной энергии. Нестабильность, вызванная неравномерным распределением растворенного компонента. Спинодальный распад. Образование метастабильных периодических распределений концентраций. Упругая энергия и морфология гетерофазных растворов. Модулированные структуры. Старение алюминиевых, медных и титановых сплавов. Особенности образования карбидов и интерметаллидов.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Теория превращений в металлах и сплавах

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Попов, А. А.; Фазовые и структурные превращения в металлических сплавах : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/106539.html> (Электронное издание)
2. Юм-Розери, Ю., Ю.; Введение в физическое металловедение : монография.; Металлургия, Б.м.; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222289> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Попов, А. А.; Фазовые и структурные превращения в металлических сплавах : [учебное пособие] для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.01, 22.04.01 - Материаловедение и технология материалов и 22.04.02 - Metallurgy.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)
2. Колачев, Б. А.; Физическое металловедение титана; Metallurgy, Москва; 1976 (10 экз.)
3. , Кан, Р. У., Новиков, И. И.; Физическое металловедение : В 3 вып.: Пер. с англ. Вып. 2. Фазовые превращения. Metallography ; Мир, Москва; 1968 (3 экз.)
4. Кульман-Вильсдорф, Д., Кан, Р., Розенберг, В. М.; Физическое металловедение : В 3 вып.: Пер. с англ. Вып. 3. Дефекты кристаллического строения. Механические свойства металлов ; Мир, Москва; 1968 (3 экз.)
5. , Кан, Р. У., Чеботарев, Н. Т.; Физическое металловедение : В 3 вып. Вып. 1. Атомное строение металлов и сплавов; Мир, Москва; 1967 (4 экз.)
6. , Абрамов, О. В., Глейтер, Г., Кан, Р. У., Мейл, Р. Ф., Хаазен, П., Экснер, Г. Е.; Физическое металловедение : В 3 т. Т. 1. Атомное строение металлов и сплавов ; Metallurgy, Москва; 1987 (9 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Теория превращений в металлах и сплавах**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES



		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES