

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

Код модуля	Модуль
1152201	Свойства материалов и процессов

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Материаловедение и технологии металлических материалов	<b>Код ОП</b> 1. 22.03.01/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Материаловедение и технологии материалов	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 22.03.01

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	Шарапова Валентина Анатольевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металловедения

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Свойства материалов и процессов

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Содержание модуль предусматривает изучение свойств материалов и процессов. Три дисциплины («Теория и технология термической и химико-термической обработки», «Механические и физические свойства материалов», «Коррозия, коррозионностойкие материалы и покрытия») раскрывают содержание методов термической, термомеханической и химико-термической обработок, которым подвергаются машиностроительные стали и сплавы, их влияние на структуру и свойства. Обсуждаются условия влияния температурного фактора на структурное состояние и уровень свойств деформированного материала. Изучаются технологические приемы получения высокопрочного состояния металлических материалов, причины коррозии металлов и неметаллических материалов и покрытий, способы защиты от коррозии.

## 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 и технология термической и химико-термической обработки	3
2	Механические и физические свойства материалов	3
3	Коррозия, коррозионностойкие материалы и покрытия	3
ИТОГО по модулю:		9

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Технологии получения и обработки материалов со специальными свойствами

## 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

<p>Коррозия, коррозионностойкие материалы и покрытия</p>	<p>ПК-6 - Способен выполнять прикладные исследования поискового и экспериментального характера, оформлять и представлять результаты исследований в различных формах.</p>	<p>З-2 - Перечислить требования к оформлению результатов прикладных исследований и формы их представления.</p> <p>У-1 - Оценивать ход выполнения исследований на каждом этапе и определять необходимость корректировки с учетом ресурсных ограничений</p> <p>П-2 - Обрабатывать результаты прикладных исследований, подготовить и оформить научно-технический отчет в соответствии с нормативными требованиями.</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность, принципиальность, компетентность</p>
<p>Механические и физические свойства материалов</p>	<p>ПК-6 - Способен выполнять прикладные исследования поискового и экспериментального характера, оформлять и представлять результаты исследований в различных формах.</p>	<p>З-2 - Перечислить требования к оформлению результатов прикладных исследований и формы их представления.</p> <p>У-2 - Выбирать форму представления результатов прикладных исследований в зависимости от целей</p> <p>П-2 - Обрабатывать результаты прикладных исследований, подготовить и оформить научно-технический отчет в соответствии с нормативными требованиями.</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность, принципиальность, компетентность</p>
<p>Теория и технология термической и химико-термической обработки</p>	<p>ПК-6 - Способен выполнять прикладные исследования поискового и экспериментального характера, оформлять и представлять результаты исследований в различных формах.</p>	<p>З-1 - Изложить методы исследования эксплуатационных свойств и способы планирования и обработки результатов эксперимента.</p> <p>У-1 - Оценивать ход выполнения исследований на каждом этапе и определять необходимость корректировки с учетом ресурсных ограничений</p> <p>П-1 - Планировать цели и этапы прикладных исследований поискового характера и способы контроля хода выполнения исследований на каждом этапе</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность, принципиальность, компетентность</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теория и технология термической и химико-**  
**термической обработки**

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	Гервасьев Михаил Антонович	доктор технических наук, профессор	Профессор	металловедения
2	Шарапова Валентина Анатольевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металловедения

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Гервасьев Михаил Антонович, Профессор, металловедения

## 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
1	Введение	Назначение термической обработки. Краткий исторический обзор. Общая характеристика и классификация видов термической обработки.
2	Основы теории термической обработки металлов	Легирующие элементы и классификация сталей и сплавов. Легирующие элементы и примеси в стали. Классификация легирующих элементов. Влияние легирующих элементов на критические точки в стали. Классификация сталей. Маркировка сталей. Диффузионные процессы в твердом состоянии. Уравнение диффузии (I и II уравнения Фика). Механизмы диффузии по границам зерен и дислокациям. Диффузия в многофазных системах. Уравнение баланса масс на межфазной границе. Реактивная диффузия. Диффузионный рост частиц второй фазы. Особенности фазовых превращений в твердом состоянии. Наличие упругих деформаций в фазах. Когерентность межфазных границ. Принцип ориентационного и размерного соответствия. Гетерогенное зарождение на дефектах кристаллического строения. Образование промежуточных метастабильных фаз. Возможность мартенситного превращения.

		<p>Формальная теория фазовых превращений.</p> <p>Описание кинетики фазовых превращений. Уравнение Джонсона-Мейла-Аврами и Колмогорова-Миркина.</p> <p>Превращения при нагреве и при охлаждении. Изотермические и термокинетические диаграммы превращения.</p> <p>Механизмы и кинетики диффузионных фазовых превращений.</p> <p>Непрерывный распад (механизм зарождения и роста).</p> <p>Прерывистый распад (ячеистое выделение). Спинодальный распад. Форма выделений второй фазы. Выделения на дислокациях и границах зерен.</p> <p>Мартенситное превращение.</p> <p>Определение мартенситного превращения. Особенности мартенситного превращения по сравнению с диффузионным.</p> <p>Инвариантность габитусной плоскости мартенситного кристалла. Структура мартенсита. Ориентационные соотношения при мартенситном превращении.</p> <p>Фазовые превращения в сплавах железа при охлаждении.</p> <p>Распад переохлажденного аустенита. Изотермическая диаграмма распада. Перлитное, бейнитное и мартенситное превращения.</p> <p>Перлитное превращение.</p> <p>Механизм превращения. Диффузия при образовании колоний перлита. Кинетика перлитного превращения. Превращения в доэвтектоидных и заэвтектоидных сплавах. Образование видманштеттова феррита и карбидной сетки. Дисперсность и свойства перлита. Перлитное превращение в легированных сталях. Влияние размера аустенитного зерна на перлитное превращение.</p> <p>Мартенситное превращение в Fe-C сплавах.</p> <p>Особенности мартенситного превращения в сталях. Влияние углерода и легирующих элементов на мартенситную точку <math>M_n</math>. Кинетика мартенситного превращения. Мартенситная кривая. Остаточный аустенит в сталях. Тетрагональность мартенсита. Структура мартенсита. Свойства сталей с мартенситной структурой.</p> <p>Бейнитное превращение.</p> <p>Промежуточное превращение в сталях. Механизм бейнитного превращения. Кинетика бейнитного превращения. Структура бейнита. Свойства сталей с бейнитной структурой. Влияние легирующих элементов на бейнитное превращение.</p> <p>Изотермическое превращение аустенита в легированных сталях.</p> <p>Влияние основных легирующих элементов на перлитное, бейнитное и мартенситное превращение. Виды изотермических диаграмм в легированных сталях. Разделение C-образной</p>
--	--	--

		<p>кривой на две в сталях, легированных карбидообразующими элементами.</p> <p>Превращение аустенита при непрерывном охлаждении.</p> <p>Влияние скорости охлаждения на распад переохлажденного аустенита. Термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита. Относительное положение кривых начала и конца превращения на изотермических и термокинетических диаграммах. Критическая скорость закалки и факторы влияющие на нее. Виды термокинетических и структурных диаграмм. Термокинетические диаграммы в легированных сталях.</p> <p>Превращения в стали при нагреве.</p> <p>Образование аустенита. Диффузия при образовании зерен аустенита. Фазовая перекристаллизация. Изотермическая диаграмма аустенитизации. Образование аустенита в доэвтектоидных и заэвтектоидных сталях..</p> <p>Рост зерна аустенита при нагреве.</p> <p>Начальное зерно аустенита. Механизмы роста зерна при нагреве. Наследственно мелкозернистые и наследственно крупнозернистые стали. Образование и рост аустенитных зерен в упорядоченных структурах. Структурная наследственность. Действительное зерно аустенита и свойства стали. Методы выявления зерна аустенита. Балл зерна стали.</p>
3	<p>Основы технологии термической обработки</p>	<p>Отжиг I рода.</p> <p>Определение и назначение отжига. Гомогенизация (диффузионный отжиг). Защитные атмосферы. Рекристаллизационный отжиг. Процессы, происходящие при нагреве деформированных сплавов. Отжиг электрической стали. Отжиг для снятия напряжений. Температура и время отжига.</p> <p>Отжиг II рода.</p> <p>Влияние фазовой перекристаллизации на процессы при отжиге. Полный и неполный отжиг доэвтектоидных сталей. Исправление литой структуры. Сфероидизирующий отжиг заэвтектоидных сталей. Графитизирующий отжиг чугунов. Изотермический отжиг. Нормализация.</p> <p>Закалка без полиморфного превращения.</p> <p>Закалка как процесс формирования неравновесных структур. Закалка сплавов с переменной растворимостью одного из компонентов и образование пересыщенных твердых растворов.</p> <p>Закалка стали.</p> <p>Определение и назначение закалки стали. Выбор температуры нагрева для доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей. Закалочные среды. Требования к закалочным средам и их классификация. Скорость охлаждения в различных закалочных</p>



		<p>средах. Способы закалки: непрерывная, прерывистая, ступенчатая, изотермическая. Обработка холодом.</p> <p>Закаливаемость и прокаливаемость.</p> <p>Понятие закаливаемости и прокаливаемости. Влияние углерода на твердость закаленной стали. Факторы, определяющие прокаливаемость стали. Экспериментальные и расчетные методы определения прокаливаемости. Диаграммы М.Е. Блантера.</p> <p>Поверхностная закалка</p> <p>Задачи поверхностной закалки. Закалка с индукционного нагрева. Двухчастотная закалка. Газопламенная закалка. Закалка с лазерного нагрева.</p> <p>Старение.</p> <p>Процессы, происходящие при распаде пересыщенных твердых растворов. Изменение механических свойств при старении. Естественное и искусственное старение.</p> <p>Отпуск стали.</p> <p>Процессы, происходящие при отпуске стали. I, II, III и IV превращения при отпуске. Влияние легирующих элементов на процессы при отпуске. Изменение свойств стали при отпуске. Необратимая и обратимая отпускная хрупкость. Структура стали после закалки и отпуска. Виды и назначения низкого, среднего и высокого отпуска. Улучшение стали.</p> <p>Термомеханическая обработка.</p> <p>Структура металла после холодной и горячей пластической деформации. Термомеханическая обработка сталей: НТМО, ВТМО, предварительная термомеханическая обработка, изоформинг. Термомеханическая обработка стареющих сплавов: НТМО, ВТМО, ПТМО.</p>
4	Химико-термическая обработка	<p>Теория химико-термической обработки.</p> <p>Стадии процессов ХТО. Состав и назначение насыщающих сред. Взаимодействие поверхности твердых тел с внешней средой. Закономерности образования диффузионных зон в поверхностных слоях деталей. Однофазная и многофазная диффузионные зоны.</p> <p>Цементация.</p> <p>Твердая и газовая цементация. Выбор стали. Технология выполнения цементации. Химические реакции в газовой среде. Термическая обработка цементованных изделий. Структура и свойства цементованных деталей машин.</p> <p>Азотирование и нитроцементация стали.</p> <p>Азотирование стали. Выбор стали для азотирования. Предварительная термическая обработка. Технология процесса азотирования. Структура и фазовый состав диффузионной</p>

		<p>зоны. Преимущества и недостатки азотирования. Нитроцементация и цианирование.</p> <p>Диффузионное насыщение металлами и неметаллами.</p> <p>Алитирование. Силицирование. Алумосилицирование. Хромирование. Борирование.</p>
--	--	--

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

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-6 - Способен выполнять прикладные исследования поискового и экспериментального характера, оформлять и представлять результаты исследований в различных формах.	Д-1 - Проявлять ответственность, принципиальность, компетентность

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Теория и технология термической и химико-термической обработки

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Солнцев, Ю. П., Солнцев, Ю. П.; Материаловедение специальных отраслей машиностроения : учебное пособие.; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98341> (Электронное издание)
2. Бараз, В. Р., Березовская, В. В.; Назначение и выбор металлических материалов : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/65952.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Мальцева, Л. А., Гервасьев, М. А., Кутыин, А. Б., Бараз, В. Р.; Материаловедение; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (11 экз.)
2. Мальцева, Л. А., Бараз, В. Р.; Материаловедение : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2014 (1 экз.)
3. Новиков, И. И.; Теория термической обработки металлов : Учеб. для вузов по спец. "Металловедение,

- оборуд. и технология терм. обраб. металлов".; Металлургия, Москва; 1978 (33 экз.)
4. Лахтин, Ю. М.; *Металловедение и термическая обработка металлов* : Учеб. для металлург. спец. вузов.; Металлургия, Москва; 1984 (70 экз.)
5. Лахтин, Ю. М.; *Металловедение и термическая обработка металлов* : Учеб. для машиностроит. и металлург. специальностей вузов.; Металлургия, Москва; 1993 (5 экз.)
6. Колачев, Б. А., Елагин, В. И., Ливанов, В. А.; *Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов* : учеб. пособие для вузов по специальности "Металловедение, оборуд. и технология тер. обраб. металлов".; Металлургия, Москва; 1981 (9 экз.)
7. Блантер, М. Е.; *Металловедение и термическая обработка* : Учеб. для машиностроит. вузов и фак..; Машгиз, Москва; 1963 (2 экз.)
8. Штейнберг, С. С., Богачев, И. Н., Садовский, В. Д.; *Металловедение*; Металлургиздат. Свердловское отделение, Свердловск; 1961 (59 экз.)
9. , Сорокин, В. Г.; *Марочник сталей и сплавов*; Машиностроение, Москва; 1989 (26 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 и технология термической и химико-термической обработки**

**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 Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
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>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Механические и физические свойства**  
**материалов**

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	Гладковский Сергей Викторович	доктор технических наук, доцент	Профессор	металловедения
2	Михайлов Сергей Борисович	кандидат технических наук, старший научный сотрудник	Доцент	металловедения

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Гладковский Сергей Викторович, Профессор, металловедения
- Михайлов Сергей Борисович, Доцент, металловедения

## 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
1	Механические свойства	<p>Тема 1. Цель определения механических свойств и роль механических испытаний в инженерной практике. Ученые, внесшие вклад в развитие теоретической и экспериментальной механики деформирования и разрушения материалов.</p> <p>Тема 2. Нормальные и касательные напряжения. Тензорная запись напряжений и деформаций. Шаровой тензор и девiator напряжений. Схемы и показатели напряженно-деформированного состояния. Упругая и пластическая деформация. Показатели пластичности. Общая классификация и условия подобия механических испытаний.</p> <p>Тема 3. Закон Гука и упругие константы. Коэффициент Пуассона. Факторы, влияющие на модуль нормальной упругости. Методы определения упругих свойств. Неполная упругость. Эффект Баушингера и упругое последствие. Внутреннее трение материалов. Причины возникновения и методы оценки. Виды внутреннего трения. Пики внутреннего трения. Демпфирующие свойства материалов. Релаксация напряжений и релаксационная стойкость материалов.</p> <p>Тема 4. Понятие твердости материалов. Определение твердость на приборах Бринелля, Роквелла и Виккерса. Устройство твердомеров. Шкала твердости. Значения HRC конструкционных материалов. Кинетическое микро- и наноиндентирование. Испытания на одноосное растяжение и</p>

		<p>стандартные механические свойства. Конструкции разрывных машин. Наблюдение пластической деформации. Уравнение Холла-Петча. Типы кривых растяжения. Явления «зуба текучести» и прерывистой текучести. Кривые растяжения в условных и истинных напряжениях. Аппроксимация кривых растяжения. Испытания на сжатие, изгиб и кручение. Технологические пробы.</p> <p>Тема 5. Особенности динамического деформирования материалов. Динамический предел текучести. Оборудование для проведения динамических испытаний. Устройство маятниковых копров. Испытания на ударный изгиб. Определение ударной вязкости и уровень ее значений для конструкционных сталей. Типы образцов и концентраторов напряжений. Схема вязко-хрупкого перехода А.Ф.Иоффе. Понятие красноломкости, горячеломкости и хладноломкости. Влияние различных факторов на хладноломкость. Разделение ударной вязкости на работу зарождения и распространения трещины по А.П.Гуляеву. Преимущества инструментированных ударных испытаний.</p> <p>Тема 6. Понятие усталостного разрушения металлических материалов и его физическая природа. Виды и параметры циклических испытаний металлов. Схемы нагружения, оборудование и типы образцов. Многоцикловая и малоцикловая усталость. Уравнение Коффина-Менсона. Кривая Веллера. Определение предела ограниченной выносливости. Факторы, определяющие сопротивление усталостному разрушению материалов. Строение усталостного излома. Способы повышения и прогнозирование усталостной прочности.</p> <p>Тема 7. Стадийность процесса разрушения. Виды разрушения материалов. Особенности хрупкого разрушения. Факторы, определяющие склонность металлических материалов к хрупкому разрушению. Понятие концентрации и интенсивности напряжений. Энергетическая теория роста трещины А.Гриффитса. Критическая длина трещины. Понятие трещиностойкости (вязкости разрушения) материалов. Определение и физический смысл параметра сопротивления разрушению <math>K_{Ic}</math>. Фрактографический анализ изломов. Основные механизмы разрушения материалов.</p> <p>Тема 8. Современные тенденции развития испытательного оборудования и методов механических испытаний металлов и сплавов. Стандартизация и специализация механических испытаний. Точность определения механических характеристик. Поверка испытательных машин. Современные методы статистической обработки экспериментальных данных. Аппаратурное обеспечение лабораторий для проведения механических испытаний различного назначения и ориентировочная оценка его стоимости.</p>
2	Физические свойства	Тема 1. Свойства материалов, как характеристика отклика материала на внешние воздействия (механические и физические, включая служебные, технологические и

		<p>стандартные). Основные виды физических воздействий – воздействие тепловой энергией, наложение магнитного и электрического полей, поверхностное химическое воздействие, воздействие светом и т.д.. Примеры откликов материала на перечисленные виды воздействия.</p> <p>Тема 2. Структура материала, как определяющий фактор формирования свойств материалов. Идеальная часть и система отклонений типа «отрыва» и «сдвига» - базовые составляющие иерархической модели жестких взаимодействующих шаров, используемой при описании структуры кристаллического состояния материалов. Достаточность этой модели при описании механических свойств (упругости, пластичности, разрушения). Сочетание этой модели с дополнительными структурными моделями (акустической, магнитной, электрической и т.д.) обеспечивают достаточность при описании физических свойств.</p> <p>Тема 3. Модели структуры, воздействия, отклика и свойств. Основные экспериментальные факторы, характерные при формулировании понятия свойства. Инструмент (прибор), моделирующей воздействие, набор методических факторов процесса определения свойств, информация и её обработка при измерении численных значений свойств и факторы их использования в практической деятельности человека..</p> <p>Особенности применения понятия физические свойства в разделах физики твердого тела (ФТТ), как базы описания свойств и структуры конденсированных сред, и в разделах науки о материаловедении, как базы неразрушающего описания процессов протекания фазовых превращений и формирования системы дефектов структуры материалов и деталей, изготовленных из этих материалов.</p> <p>Тема 4. Упругие свойства материалов. Механическая спектроскопия. Практика использования ультразвуковых колебаний при проведении неразрушающей дефектоскопии машиностроительных деталей.</p> <p>Тема 5. Тепловые свойства материалов. Тепловое расширение, теплоёмкость, измерение температуры, как основа неразрушающего контроля протекания фазовых и структурных превращений в материалах.</p> <p>Тема 6. Магнитные свойства – намагничённость, магнитострикция. Использование измерений магнитных свойств ферромагнитных материалов при решении задач неразрушающего контроля фазового состава сталей и дефектности машиностроительных деталей.</p> <p>Тема 7. Электрические свойства материалов – электропроводности, поляризация, электрострикция.</p> <p>Тема 8. Основы организации применения методик неразрушающего контроля в рамках производства и эксплуатации деталей машиностроительного профиля.</p>
--	--	---



Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-6 - Способен выполнять прикладные исследования поискового и экспериментального характера, оформлять и представлять результаты исследований в различных формах.	Д-1 - Проявлять ответственность, принципиальность, компетентность

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Механические и физические свойства материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Солнцев, Ю. П.; Хладостойкие стали и сплавы : учебник.; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102719> (Электронное издание)
2. Солнцев, Ю. П.; Технология конструкционных материалов : учебник.; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102721> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Золоторевский, В. С.; Механические свойства металлов : Учебник для вузов по специальности "Металловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов".; Металлургия, Москва; 1983 (26 экз.)
2. Мальцева, Л. А., Бараз, В. Р.; Материаловедение : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2014 (1 экз.)
3. Бараз, В. Р., Гладковский, С. В.; Физические основы упрочнения и разрушения материалов : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.01 - Материаловедение и технологии материалов и 22.03.02, 22.04.02 - Металлургия.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017 (8 экз.)
4. Реслер, И., Хардерс, Х., Бекер, М., Баженов, С. Л.; Механическое поведение конструкционных материалов : [учебное пособие].; Интеллект, Долгопрудный; 2011 (5 экз.)
5. , Новиков, И. И.; Физическое металловедение : [в 3 вып.]. Вып. 2. Фазовые превращения. Металлография; Мир, Москва; 1968 (5 экз.)
6. Новиков, И. И.; Дефекты кристаллического строения металлов : Учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1983 (41 экз.)

7. Новиков, И. И., Берштейн, М. Л., Портной, В. К.; Сверхпластичность сплавов с ультрамелким зерном; Металлургия, Москва; 1981 (3 экз.)

8. Новиков, И. И.; Теория термической обработки металлов : Учеб. для вузов по спец. "Металловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов".; Металлургия, Москва; 1974 (24 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**

1. информационно-поисковая система Google [сайт]. URL: [www.google.ru](http://www.google.ru);

2. всемирная свободная Интернет-энциклопедия Wikipedia [сайт]. URL: <http://ru.wikipedia.org>;

3. интернет-портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» [сайт]. URL: <http://www.ict.edu.ru>;

4. журнал «Открытые системы» [сайт]. URL: <http://www.osp.ru>;

5. зональная научная библиотека УрФУ [сайт]. URL: <http://lib.urfu.ru>.

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

#### **Механические и физические свойства материалов**

**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 Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
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>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Коррозия, коррозионностойкие материалы и**  
**покрытия**

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	Березовская Вера Владимировна	доктор технических наук, доцент	Профессор	металловедения
2	Пугачева Наталия Борисовна	доктор технических наук, доцент	Профессор	металловедения
3	Шарапова Валентина Анатольевна	к.т.н., доцент	доцент	металловедения

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Пугачева Наталия Борисовна, Профессор, металловедения

## 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
1	Введение	Задачи и научные основы курса. Причины коррозии металлов. Термодинамическая нестабильность металлов. Скорость коррозии.
2	Химическая коррозия	<p>Примеры химической коррозии и ее распространение на практике. Термодинамическая вероятность химической коррозии. Кинетика окисления металлов. Условие образования сплошных защитных пленок. Законы окисления металлов.</p> <p>Механизм высокотемпературного окисления металлов. Адсорбция кислорода. Окисление металлов. Дефекты кристаллического строения оксидов. Массоперенос и электропроводность в оксидном слое. Структура и свойства оксидных слоев. Разрушение оксидных пленок. Окисление железа. Структура оксидов железа. Ориентационное соответствие оксидов при их росте.</p> <p>Внешние и внутренние факторы скорости химической коррозии металлов. Температура, давление, скорость движения и состав газовой среды. Химический состав и структура сплавов, состояние поверхности металла.</p> <p>Жаростойкость металлов. Влияние легирующих элементов на жаростойкость сталей. Химическая коррозия металлов в теплоносителях. Коррозия в расплавах солей, в жидких металлах. Коррозионно-эрозионное разрушение в жидких металлах.</p>

		<p>Виды химической коррозии. Обезуглероживание, наводороживание стали. Карбонильная коррозия. Сернистая коррозия. Коррозия в среде хлора и хлористого водорода.</p> <p>Критерии жаростойкости и методы ее оценки.</p>
3	Способы борьбы с химической коррозией	<p>Теории и практика жаростойкого легирования. Современные жаростойкие стали и сплавы. Хромистые стали различных классов. Хромоникелевые стали. Нихромы, высокопрочные Ni-сплавы. Сплавы титана и алюминия.</p> <p>Жаростойкие покрытия. Принцип выбора покрытий. Двухкомпонентные и многокомпонентные покрытия. Покрытия на тугоплавких металлах. Оксидные, металлические покрытия.</p> <p>Защитные газовые среды. Рациональное конструирование и оптимальные режимы эксплуатации.</p>
4	Электрохимическая коррозия металлов	<p>Примеры проявления электрохимической коррозии металлов. Причины возникновения двойного электрического слоя на границе металл-раствор. Термодинамика электрохимической коррозии. Стандартные обратимые и необратимые электродные потенциалы металлов. Механизм электрохимической коррозии. Электрохимическая гетерогенность поверхности металла. Схема электрохимического коррозионного процесса.</p> <p>Кинетика электрохимической коррозии. Поляризация электродных процессов и ее причины. Понятие деполяризатора. Кинетика катодных и анодных процессов. Кислородная и водородная деполяризация. Анодная поляризация. Пассивность металлов. Механизм и теория пассивного состояния. Кинетика анодных процессов при пассивации.</p> <p>Внутренние и внешние факторы, влияющие на скорость электрохимической коррозии. Химический состав, структура сплава, состояние поверхности, механический фактор. Состав коррозионной среды, температура, давление, аэрация, внешняя поляризация. Влияние конструктивных факторов на развитие коррозионных разрушений машин и аппаратов.</p> <p>Виды электрохимической коррозии. Коррозия металлов в природных условиях. Подземная коррозия. Морская коррозия. Биокоррозия. Локальные виды коррозии в технологических средах: щелевая, питтинговая, межкристаллитная коррозия. Механизм межкристаллитной коррозии. Коррозионно-механическое разрушение металлов. Роль статических и знакопеременных напряжений. Коррозионное растрескивание. Коррозионная усталость. Коррозионная кавитация. Коррозионная эрозия.</p>

		<p>Методы испытания материалов на стойкость против коррозии. Испытания материалов на прочность против локальных видов коррозии и при коррозионно-механических воздействиях</p>
5	Коррозия металлов и их сплавов	<p>Особенности окисления меди, никеля, тугоплавких металлов и сплавов на их основе.</p> <p>Электрохимическая коррозия железа, стали и чугунов. Роль металлургического фактора. Влияние термической обработки.</p> <p>Электрохимическая характеристика меди. Коррозия меди и ее сплавов. Коррозионные характеристики алюминия.</p> <p>Расплавление и коррозионное растрескивание алюминиевых сплавов. Магний и его сплавы.</p> <p>Электрохимические свойства свинца, олова, цинка и кадмия, используемых в качестве покрытий. Коррозионная характеристика титана. Питтинговая и щелевая коррозия титана. Межкристаллитная коррозия и коррозионное растрескивание под напряжением титановых сплавов.</p> <p>Коррозия никеля, кобальта, хрома и их сплавов</p>
6	Способы борьбы с электрохимической коррозией	<p>Обработка коррозионной среды. Химическая и вакуумная деаэрация. Использование пассиваторов и ингибиторов коррозии.</p> <p>Электрохимическая защита. Протекторная защита, катодная защита внешним током. Анодная защита.</p> <p>Коррозионностойкие защитные покрытия. Металлические покрытия: катодные и анодные. Способы нанесения покрытий: гальванические покрытия, плакирование, металлизация напылением, модифицирование поверхности, ионная имплантация и др. Неметаллические неорганические покрытия: фосфатные, оксидные, хроматные, пассивирование, анодирование. Силикатные эмали. Цементные и керамические покрытия. Неметаллические органические покрытия: лакокрасочные и полимерные покрытия.</p> <p>Жаростойкие защитные покрытия.</p> <p>Легирование, как способ защиты от электрохимической коррозии</p>
7	Современные коррозионно-стойкие материалы	<p>Коррозионно-стойкие хромистые и хромоникелевые стали различных классов. Суперферриты. Высоколегированные коррозионно-стойкие сплавы. Алюминий, магний, титан, медь, никель и их сплавы.</p> <p>Неорганические неметаллические материалы. Каменное литье, стекло, ситаллы. Керамические материалы. Вяжущие материалы (цемент, бетон). Неметаллические материалы на основе органических соединений. Пластмассы Каучуки и резины. Графитовые материалы</p>

8	Заключение	Перспективы развития коррозионностойких материалов

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

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-6 - Способен выполнять прикладные исследования поискового и экспериментального характера, оформлять и представлять результаты исследований в различных формах.	Д-1 - Проявлять ответственность, принципиальность, компетентность

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Коррозия, коррозионностойкие материалы и покрытия

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Лазуткина, О. Р.; Химическое сопротивление и защита от коррозии : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/68511.html> (Электронное издание)
2. Семенова, И. В.; Коррозия и защита от коррозии : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68857> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. , Эйсмонтт, Ю. Г.; Защитные покрытия : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 150400 - Metallургия, 150600 - Материаловедение и технология новых материалов.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (10 экз.)
2. , Грачев, С. В.; Цветные металлы и сплавы : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400-Metallургия.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2013 (10 экз.)
3. , Грачев, С. В.; Стали и чугуны : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. 150100 - "Материаловедение и технология материалов" и 150400 - "Metallургия".; УрФУ, Екатеринбург; 2011 (4 экз.)
4. Дамаскин, Б. Б., Петрий, О. А.; Электрохимия : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва;



1987 (7 экз.)

5. Жуков, А. П.; Основы металловедения и теории коррозии : Учеб. для сред. спец. учеб. заведений по машиностроит. спец.; Высш. шк., Москва; 1991 (4 экз.)

6. Жук, Н. П.; Курс теории коррозии и защиты металлов : учеб. пособие для вузов.; Альянс, Москва; 2006 (1 экз.)

7. Березовская, В. В., Бараз, В. Р.; Коррозионно-стойкие стали и сплавы : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.01 и 22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов, 22.03.02 - Metallurgy.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (15 экз.)

8. Меркушкин, Е. А., Бараз, В. Р.; Межкристаллитная коррозия сталей : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.01 и 22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)

9. Березовская, В. В.; Изучение особенностей коррозионно-эрозионного разрушения и разработка кавитационностойкой нержавеющей стали : Дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05. 16. 01. ; Б. и., Свердловск; 1985 (1 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**

#### **Коррозия, коррозионностойкие материалы и покрытия**

#### **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 Периферийное устройство	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 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>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES