

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
1150004	Структура и свойства металлов и сплавов

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Metallurgy	<b>Код ОП</b> 1. 22.03.02/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Metallurgy	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 22.03.02

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	Жиляков Аркадий Юрьевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	термообработки и физики металлов
2	Коэмец Ольга Аркадьевна	к.т.н., доцент	доцент	Термообработки и физики металлов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Структура и свойства металлов и сплавов

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Структура и свойства металлов и сплавов» включает дисциплины «Кристаллография и дефекты кристаллического строения», «Механические свойства металлов», «Физические свойства металлов». Содержание дисциплин модуля включает фундаментальные знания о физических процессах, определяющих механические и физические свойства металлов и их сплавов; общие принципы определения свойств; наиболее востребованные и применяемые методики определения свойств для оценки эксплуатационных характеристик изделий из металлов и их сплавов. В процессе обучения формируются практические умения и навыки подготовки, проведения и анализа результатов основных видов испытаний.

## 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	Кристаллография и дефекты кристаллического строения	6
2	Механические свойства металлов	6
3	Физические свойства металлов	6
ИТОГО по модулю:		18

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 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
Кристаллография и дефекты	ПК-38 - Способен осуществлять контроль качества по стандартным методикам на всех	З-1 - Классифицировать дефекты видов изделий, получаемых различными переделами и способы их устранения

<p>кристаллического строения</p>	<p>этапах производства, выявлять и анализировать причины брака.</p>	<p>З-2 - Перечислить требования, предъявляемые к качеству изделий, получаемых различными переделами</p> <p>З-3 - Определять факторы, влияющие на образование брака видов изделий, получаемых различными переделами, и способы их предупреждения и устранения</p> <p>У-1 - Анализировать причины образования дефектов и предлагать варианты их предупреждения и устранения для изделий из металла, получаемых в процессе термообработки.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению образования дефектов на изделиях, получаемых в результате термообработки металла, на основе анализа их причин</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности при работе со специальной литературой</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности</p>
<p>Механические свойства металлов</p>	<p>ПК-35 - Способен анализировать, подготавливать, моделировать и проводить эксперименты на оборудовании с использованием необходимых методик и обрабатывать их результаты</p>	<p>З-1 - Характеризовать способы испытания образцов для определения механических свойств металлов и сплавов и влияния на механические свойства термообработки</p> <p>У-1 - Выбирать способы испытания образцов в зависимости от условий эксплуатации изделий из металлов и сплавов после термообработки</p> <p>П-1 - Сделать выводы о влиянии различной термообработки на механические свойства металлов и сплавов на основе проведенных испытаний образцов.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень ответственности и самостоятельности</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	<p>ПК-38 - Способен осуществлять контроль качества по стандартным методикам на всех этапах производства, выявлять и</p>	<p>З-1 - Классифицировать дефекты видов изделий, получаемых различными переделами и способы их устранения</p>

	анализировать причины брака.	<p>З-2 - Перечислить требования, предъявляемые к качеству изделий, получаемых различными переделами</p> <p>З-3 - Определять факторы, влияющие на образование брака видов изделий, получаемых различными переделами, и способы их предупреждения и устранения</p> <p>У-1 - Анализировать причины образования дефектов и предлагать варианты их предупреждения и устранения для изделий из металла, получаемых в процессе термообработки.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению образования дефектов на изделиях, получаемых в результате термообработки металла, на основе анализа их причин</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности при работе со специальной литературой</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности</p>
Физические свойства металлов	ПК-35 - Способен анализировать, подготавливать, моделировать и проводить эксперименты на оборудовании с использованием необходимых методик и обрабатывать их результаты	<p>З-2 - Характеризовать способы испытания образцов для определения физических свойств металлов и сплавов и влияния на физические свойства термообработки</p> <p>У-2 - Анализировать влияние термообработки на изменение физических свойств металла и выявлять факторы, влияющие на изменение физических свойств</p> <p>П-2 - Сделать выводы о влиянии различной термообработки на физические свойства металлов и сплавов на основе проведенных испытаний образцов.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень ответственности и самостоятельности</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	ПК-38 - Способен осуществлять контроль качества по стандартным методикам на всех этапах производства,	З-1 - Классифицировать дефекты видов изделий, получаемых различными переделами и способы их устранения

	<p>выявлять и анализировать причины брака.</p>	<p>З-2 - Перечислить требования, предъявляемые к качеству изделий, получаемых различными переделами</p> <p>З-3 - Определять факторы, влияющие на образование брака видов изделий, получаемых различными переделами, и способы их предупреждения и устранения</p> <p>У-1 - Анализировать причины образования дефектов и предлагать варианты их предупреждения и устранения для изделий из металла, получаемых в процессе термообработки.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению образования дефектов на изделиях, получаемых в результате термообработки металла, на основе анализа их причин</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности при работе со специальной литературой</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности</p>
--	--	--

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Кристаллография и дефекты**  
**кристаллического строения**

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	Карабаналов Максим Сергеевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	термообработки и физики металлов

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

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Карабаналов Максим Сергеевич, Доцент, 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	Введение	Кристаллография в системе научных знаний о твердом теле. Разделы и методы кристаллографии.  Кристаллическое состояние. Ближний и дальний порядок. Аморфное состояние. Анизотропия и симметрия кристаллов. Эмпирические законы кристаллографии. Зарождение и рост кристаллов.
P2	Геометрическая кристаллография. Симметрия кристаллов	Структура кристалла и пространственная решетка.  Метод кристаллографического индизирования. Закон целых чисел. Символы узлов, ребер и граней кристалла.  Кристаллографические проекции кристалла: сферическая, стереографическая, гномостерео-графическая, гномоническая.  Понятие точечной симметрии. Операции и элементы симметрии первого рода. Плоскость, центр и ось симметрии.  Операции и элементы симметрии второго рода. Обозначение элементов симметрии на стереографических проекциях.  Матричные представления преобразований симметрии.  Теоремы о сочетании операций симметрии.  Единичное направление в кристалле. Кристаллографические категории. Сингонии. Системы координат. Правила установки и формы примитивных ячеек.



		<p>Классы симметрии. Формулы симметрии, символы классов. Точечные группы симметрии. Вывод и описание 32 классов симметрии. Стереографические проекции элементов симметрии.</p> <p>Формы кристаллов. Физически различные формы кристаллов. Определение символов граней и ребер кристаллов. Закон зон.</p>
<b>Р3</b>	Структурная кристаллография	<p>Трансляция, вектор трансляции, минимальный трансляционный вектор. Решетки Бравэ.</p> <p>Элементы симметрии кристаллических структур: плоскости скользящего отражения (осевые, диагональные, алмазные), винтовые оси симметрии.</p> <p>Теоремы о сочетании операций симметрии структур.</p> <p>Пространственные группы симметрии.</p> <p>Правильная система точек. Понятие базиса.</p> <p>Определение взаимного векторного базиса.</p> <p>Обратная решетка. Объем ее элементарной ячейки. Направление и величина вектора обратной решетки. Узловой ряд. Соотношение между плоскостями и узлами прямой и обратной решетки.</p> <p>Двумерные прямоугольная и косоугольная обратные решетки. Анализ примитивных ячеек обратных решеток ГЦК и ОЦК-кристаллов. Построение элементарных ячеек обратных решеток кристаллов кубической и гексагональной сингоний.</p> <p>Основные сведения об экспериментальном определении структуры кристаллов.</p> <p>Формулы для определения периода идентичности и межплоскостного расстояния для кристаллов всех сингоний.</p> <p>Формулы для определения расстояния между двумя узлами решетки, углов между двумя плоскостями; между двумя направлениями; между плоскостью и направлением для кристаллов всех сингоний.</p>
<b>Р4</b>	Дефекты кристаллической решетки	<p>Совершенный и несовершенный кристалл. Дефекты кристаллического строения и их влияние на свойства металлов. Классификация дефектов. Виды точечных дефектов. Линейные дефекты. Поверхностные дефекты. Объемные дефекты.</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-	Технология формирования уверенности и	ПК-38 - Способен осуществлять контроль качества	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень

	исследовательская целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	по стандартным методикам на всех этапах производства, выявлять и анализировать причины брака.	самостоятельность и при работе со специальной литературой  Д-2 - Демонстрировать аналитические способности
--	---	---	---	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Кристаллография и дефекты кристаллического строения

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Белов, Н. П.; Основы кристаллографии и кристаллофизики. Часть I. Введение в теорию симметрии кристаллов : учебное пособие.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2009; <http://www.iprbookshop.ru/67480.html> (Электронное издание)
2. Четверикова, А. Г.; Кристаллография : учебное пособие.; Оренбургский государственный университет, Оренбург; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260745> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Васильев, Д. М.; Физическая кристаллография : Учеб. пособие для металлург. специальностей вузов.; Металлургия, Москва; 1981 (22 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

### Кристаллография и дефекты кристаллического строения

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в 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> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в 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> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Механические свойства металлов**

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	Степанов Степан Игоревич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	термообработки и физики металлов

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

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 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	Упругость и неполная упругость металлов.	Основные понятия и определения. Напряженное состояние. Нормальные и касательные напряжения. Деформированное состояние. Характеристики деформации. Условные и истинные характеристики.  Элементарный и обобщенный закон Гука. Физический смысл модулей упругости. Неупругость. Прямое и обратное упругое последствие. Микропластическая деформация. Эффект Баушингера. Внутреннее трение.
P2	Пластическая деформация и упрочнение	Основные теории прочности и пластичности. Пластичность монокристаллов. Приведенное напряжение сдвига. Закон Шмида-Боаса. Теоретическая прочность. Оценка склонности к хрупкому и вязкому разрушению.  Деформационное упрочнение монокристаллов и его основные закономерности. Диаграммы деформации монокристаллов.  Диаграммы деформации поликристаллов. Влияние границ зерен и субзерен на упрочнение. Влияние величины зерна на механические свойства. Механизмы упрочнения. Сверхпластичность и условия её проявления.
P3	Техника механических испытаний	Классификация механических испытаний. Испытание на растяжение. Первичные и истинные диаграммы. Основные характеристики прочности и пластичности при растяжении.

		Испытания при сжатии, изгибе, кручении. Схемы и образцы. Методика определения ударной вязкости.
<b>Р4</b>	Разрушение. Испытания образцов с концентраторами напряжений. Фрактография.	<p>Виды разрушения. Хрупкое разрушение.. Фрактография хрупкого разрушения.</p> <p>Вязкое разрушение. Зарождение и распространение вязкой трещины. Фрактография вязкого разрушения.</p> <p>Динамические испытания. Переход от вязкого разрушения к хрупкому. Хладноломкость. Влияние внешних факторов, структуры и состава сплава на процесс разрушения. Разрушение в условиях проявления эффекта Ребиндера.</p> <p>Теория Гриффитса и её развитие. Критическая интенсивность напряжений. Зарождение и распространение хрупкой трещины</p> <p>Вязкость разрушения. К-критерий. J-интеграл. Влияние химического состава, параметров структуры на вязкость разрушения</p>
<b>Р5</b>	Специальные механические испытания.	<p>Твердость металлов Определение твердости по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу. Определение микротвердости. Другие методы определения твердости.</p> <p>Явление усталости. Разрушение конструкций под действием циклических напряжений. Характеристики циклического нагружения. Испытания на выносливость. Диаграммы циклической трещиностойкости. Термическая усталость.</p> <p>Определение жаропрочности. Ползучесть и релаксация напряжений. Диаграммы и стадии ползучести. Испытания на ползучесть и длительную прочность. Машины для испытания.</p> <p>Изнашивание металлов. Другие виды изнашивания: коррозионное, окислительное, кавитационное. Испытания на износ. Методы исследования поверхностной прочности. Характеристики износостойкости.</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	ПК-35 - Способен анализировать, подготавливать, моделировать и проводить эксперименты на оборудовании с использованием	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень ответственности и самостоятельности Д-2 -

		ой деятельности	необходимых методик и обрабатывать их результаты	Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление
			ПК-38 - Способен осуществлять контроль качества по стандартным методикам на всех этапах производства, выявлять и анализировать причины брака.	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности и при работе со специальной литературой Д-2 - Демонстрировать аналитические способности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Механические свойства металлов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Вихров, , С. П.; Механические, электрические и магнитные свойства материалов : учебное пособие.; Вузовское образование, Саратов; 2004; <http://www.iprbookshop.ru/20679.html> (Электронное издание)
2. , Сердюков, , В. Н.; Механические свойства конструкционных материалов : методические указания к лабораторным работам по курсу «сопротивление материалов».; Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, Йошкар-Ола; 2011; <http://www.iprbookshop.ru/22582.html> (Электронное издание)
3. ; Современные инструментальные методы исследования механических свойств : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/106516.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Золоторевский, В. С.; Механические свойства металлов : Учебник для вузов.; МИСИС, Москва; 1998 (11 экз.)
2. Гольдштейн, М. И., Бронфин, Б. М., Литвинов, В. С.; Металлофизика высокопрочных сплавов : Учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1986 (34 экз.)
3. Богатов, А. А., Бараз, В. Р., Степаненко, В. И.; Механические свойства и модели разрушения металлов : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Обработка металлов давлением" и "Машины и технология обработки металлов давлением".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (31 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

#### Механические свойства металлов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	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>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</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> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физические свойства металлов**

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	Жиляков Аркадий Юрьевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	термообработки и физики металлов

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

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Жиляков Аркадий Юрьевич, Доцент, 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	Строение атома. Элементы квантовой механики.	Введение. Строение атома. Модель Бора. Длина волны де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Частица в одномерной потенциальной яме. Строение атома водорода. Квантовые числа. Строение многоэлектронного атома.
P2	Виды межатомной связи в сплавах.	Природа сил межатомного взаимодействия. Типы связей. Ионная связь. Структура и свойства ионных кристаллов. Ковалентная связь. Связь в молекуле водорода. Металлическая связь, ее особенности. Межатомное взаимодействие в кристаллах переходных металлов. Свойства металлических кристаллов. Современная модель металла.
P3	Колебания кристаллической решетки.	Одномерная кристаллическая решетка. Одномерная кристаллическая решетка с базисом. Закон дисперсии. Колебания в конечной цепочке одинаковых атомов. Колебания в конечной цепочке одинаковых атомов. Фононы.
P4	Основы электронной теории металлов.	Квантовая теория свободных электронов. Поверхность Ферми. Распределение свободных электронов по состоянию. Квантовая статистика Ферми-Дирака. Уравнение Шредингера для кристалла. Теорема Блоха. Фазовое пространство. Пространство импульсов. Зоны Бриллюэна. Зонная теория

		твердых тел. Приближение слабой связи. Приближение сильной связи.
<b>P5</b>	Диффузия в металлах и сплавах.	Законы Фика. Основные виды диффузии. Коэффициенты диффузии. Закон Аррениуса. Параболический закон. Диффузия из бесконечно тонкого слоя. Диффузия из слоя конечной толщины. Диффузия из полубесконечного пространства. Диффузия при переменном значении коэффициента диффузии. Движущая сила диффузионного процесса. Механизмы диффузии в кристаллах.
<b>P6</b>	Тепловые свойства металлов.	Температура, теплоемкость, теплосодержание. Квантовая теория теплоемкости Дебая. Основные составляющие теплоемкости металла. Теплоемкость сплавов.  Методы определения тепловых свойств. Простой и дифференциальный термический анализ. Калориметрический анализ определение тепловых эффектов фазовых превращений, накопленной энергии деформации.  Изменение тепловых свойств при фазовых и структурных превращениях. Решение задач материаловедения методом термического и калориметрического анализа.  Теплопроводность металлов и сплавов. Электронная и решеточная составляющие теплопроводности. Методы измерения теплопроводности.
<b>P7</b>	Плотность и термическое расширение.	Ангармонизм колебаний и тепловое расширение. Дилатометрический анализ и его применение в материаловедении. Особенности расширения ферромагнитных сплавов. Сплавы с заданным коэффициентом термического расширения.  Плотность и применение методов ее измерения в материаловедении.
<b>P8</b>	Электрические свойства.	Терминология электрических свойств. Электропроводность чистых металлов, его зависимость от температуры. Рассеяние электронов на дефектах как источник сопротивления. Электрические свойства твердых растворов, различных фаз и гетерогенных сплавов.  Методы измерения электросопротивления: мостовой, потенциометрический, индуктивный. Применение электрического анализа для исследования фазовых равновесий и превращений в сплавах. Сплавы для проводников и элементов сопротивления.  Термоэлектрические эффекты. Использование метода термоЭДС в материаловедении. Металлы и сплавы для термопар.
<b>P9</b>	Магнитные свойства.	Классификация магнетиков. Магнитный момент атома. Физическая природа диамагнетизма и парамагнетизма. Изменение магнитной восприимчивости при полиморфных

		<p>превращениях, деформации. Диа- и парамагнитные свойства металлических фаз и гетерогенных сплавов и методы их измерения.</p> <p>Ферромагнетизм. Кривая намагничивания и петля гистерезиса. Природа ферромагнетизма. Изменение свойств ферромагнетиков с температурой, точка Кюри. Энергия ферромагнитного состояния. Доменная структура. Процесс намагничивания ферромагнетиков. Теория коэрцитивной силы.</p> <p>Ферромагнитные свойства металлов, фаз и гетерогенных сплавов. Применение магнитного анализа для изучения фазовых равновесий и превращений. Магнитные материалы.</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	<p>учебно-исследовательская, научно-исследовательская</p> <p>целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях</p>	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-35 - Способен анализировать, подготавливать, моделировать и проводить эксперименты на оборудовании с использованием необходимых методик и обрабатывать их результаты	<p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень ответственности и самостоятельности</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физические свойства металлов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Гуртов, В. А.; Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие.; Техносфера, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466> (Электронное издание)
2. ; Физические свойства материалов : учебное пособие.; ФЛИНТА, Москва; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461082> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Лившиц, Б. Г., Крапошин, В. С., Линецкий, Я. Л.; Физические свойства металлов и сплавов : Учебник

для металлург. специальностей вузов.; Металлургия, Москва; 1980 (56 экз.)

2. Уманский, Я. С., Скаков, Ю. А.; Физика металлов : Атомное строение металлов и сплавов : Учебник для вузов.; Атомиздат, Москва; 1978 (30 экз.)

3. Ливанов, Д. В.; Физика металлов : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Металловедение и терм. обраб. металлов" и по направлению подгот. "Металлургия".; МИСиС, Москва; 2006 (1 экз.)

4. Епифанов, Г. И.; Физика твердого тела : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2011 (16 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**

#### **Физические свойства металлов**

#### **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. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	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> <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
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</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
5	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