

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
1159406	Физика прочности и разрушения материалов

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Материаловедение и технология конструкционных материалов	<b>Код ОП</b> 1. 22.04.01/33.04
<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	Гриб Стелла Владимировна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	термообработки и физики металлов
2	Корниенко Ольга Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	термообработки и физики металлов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Физика прочности и разрушения материалов

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Физика прочности и разрушения материалов» направлен на формирование фундаментальных представлений о взаимодействии дефектов, как основных процессах, лежащих в основе современных методов упрочнения металлов и сплавов, а также на изучение взаимосвязи между структурой, процессами деформации/разрушения и механическими свойствами металлических сплавов. Содержание дисциплины модуля обобщает полученные ранее знания: - о кристаллическом, фазовом и структурном состоянии металлов и сплавов; - по теории дефектов кристаллического строения; - физико-механических свойств металлов и сплавов и методик аттестации свойств позволяет студентам изучить: - механизмы деформации металлических материалов; - механизмы зарождения и распространения трещин при динамическом, статическом и знакопеременном нагружении; - процессы, идущие в металлических материалах при термомеханическом воздействии на основе представлений о движении и взаимодействии дефектов кристаллического строения; - взаимосвязь между составом, структурой, процессами деформации/разрушения и механическими свойствами металлических сплавов.

## 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	Физика прочности и разрушения материалов	5
ИТОГО по модулю:		5

## 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

<p>Физика прочности и разрушения материалов</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p>
	<p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p>

	<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей</p> <p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-2 - Определять основные потребности стейкхолдеров (заинтересованных сторон) и формулировать требования к эффективности инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт планирования и управления жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)</p> <p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p>
	<p>ПК-3 - Способен проводить исследования видов брака конструкционных материалов и изделий из них, устанавливать природу их появления и способы устранения, разрабатывать предложения по повышению качества продукции на основе результатов исследований</p>	<p>З-1 - Перечислить основные виды брака конструкционных материалов и изделий из них, причины их появления и способы устранения.</p> <p>У-1 - Различать характерные особенности видов брака конструкционных материалов и выбирать оптимальные методы для их исследования и анализа результатов.</p> <p>У-2 - Идентифицировать вид брака конструкционных материалов и изделий из них по результатам исследования и устанавливать природу появления различных видов брака.</p> <p>У-3 - Соотнести вид брака в конструкционных материалах и изделиях из</p>

		<p>них с природой их появления и определить способы устранения причин брака для достижения требуемых показателей качества изделий.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по устранению причин появления различных видов брака конструкционных материалов и изделий из них на основе анализа результатов проведенных исследований.</p>
--	--	---

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физика прочности и разрушения**  
**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	Гриб Стелла Владимировна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	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:

- Гриб Стелла Владимировна, 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	Механизмы упрочнения металлических материалов	Теория несовершенств кристаллического строения как основа получения высокопрочного состояния в металлических материалах. Конструктивная прочность материалов и критерии ее оценки.
P2	Пластическая деформация кристаллических материалов	Пластическая деформация скольжением. Теоретическая прочность при сдвиге. Критическое напряжение сдвига. Источники дислокаций. Термически активируемое скольжение дислокаций. Деформация и упрочнение монокристаллов чистых металлов и твердых растворов замещения и внедрения с различным типом кристаллической решетки. Пластическая деформация двойникованием. Особенности деформации двойникованием. Пересечение двойников. Переход от скольжения к двойникованию. Пластическая деформация сдвиговым полиморфным превращением. Особенности деформации сдвиговым превращением. Мартенсит напряжений и мартенсит деформации. Влиянием мартенситного превращения на прочностные и пластические свойства сплавов.



		<p>Особенности деформации и упрочения поликристаллов.</p> <p>Упорядоченные сплавы. Сверхструктурные дислокаций.</p> <p>Особенности деформации и упрочнения упорядоченных сплавов.</p> <p>Ползучесть металлических материалов.</p> <p>Процессы, протекающие при нагреве деформированных металлов и сплавов</p>
<b>РЗ</b>	Разрушение металлических материалов	<p>Разрушение металлических кристаллов при низких температурах. Теоретическая прочность при отрыве. Условия зарождения трещин. Дислокационные модели зарождения микротрещин. Рост хрупких трещин. Взаимодействие трещин и дислокаций. Влияние границ зерен на распространение трещин. Составляющие энергии, контролирующие рост трещин. Разрушение упорядоченных сплавов. Хрупкое межзеренное разрушение. Вязкое разрушение.</p> <p>Разрушение при ползучести.</p> <p>Разрушение при усталости.</p>

### 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

### **Физика прочности и разрушения материалов**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Литвинов, В. С.; Рекристаллизация металлов и сплавов : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/66588.html> (Электронное издание)
2. , Чуканов, А. Н.; Физика конденсированного состояния: дефекты строения в металлах : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617598> (Электронное издание)
3. , Чуканова, А. Н.; Физика конденсированного состояния. Дефекты строения в металлах : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <http://www.iprbookshop.ru/115191.html> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Литвинов, В. С.; Рекристаллизация металлов и сплавов : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 150702 - Физика металлов и по направлению 150100 - Материаловедение и технологии материалов.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2013 (15 экз.)
2. Горелик, С. С.; Рекристаллизация металлов и сплавов; Metallurgy, Москва; 1978 (11 экз.)
3. Гольдштейн, М. И., Бронфин, Б. М., Литвинов, В. С.; Металлофизика высокопрочных сплавов : Учеб. пособие для вузов.; Metallurgy, Москва; 1986 (34 экз.)
4. Литвинов, В. С., Сагарадзе, В. В.; Разрушение металлических кристаллов : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (5 экз.)
5. Штремель, М. А.; Прочность сплавов : Учеб. пособие для вузов по специальности "Физика металлов". Ч. 1. Дефекты решетки; Metallurgy, Москва; 1982 (39 экз.)
6. Штремель, М. А.; Прочность сплавов : Учебник для вузов. Ч. 2. Деформация; МИСИС, Москва; 1997 (4 экз.)
7. Бернштейн, М. Л.; Структура деформированных металлов : Учеб. пособие для вузов по специальности "Физика металлов".; Metallurgy, Москва; 1977 (17 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**

#### **Физика прочности и разрушения 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	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES