

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
2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля
М.1.15

Модуль
Физика прочности и разрушения материалов

Екатеринбург, 2020

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа Материаловедение и технология конструкционных материалов	Код ОП 22.04.01/33.04
Направление подготовки Материаловедение и технологии материалов	Код направления и уровня подготовки 22.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гриб Стелла Владимировна	Кандидат технических наук	Доцент	Кафедра термообработки и физики металлов

Руководитель модуля



С. В. Гриб

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 1-12 от 11.11.19 г.

Согласовано:

Дирекция 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» изучается студентами в рамках образовательной программы «Материаловедение и технология конструкционных материалов» (направление подготовки «Материаловедение и технологии материалов») и 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.

В модуль включена одна дисциплина «Физика прочности и разрушения материалов», содержание которой 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.

При реализации дисциплины модуля используются проблемное обучение, информационно-коммуникационные технологии, групповая работа, исследовательские методы. Изучение дисциплины модуля завершается выполнением нескольких лабораторных и практических работ и защитой отчетов по ним.

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 и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Физика прочности и разрушения материалов	6 з.е. / 216 час.	Экзамен
ИТОГО по модулю:		6 з.е. / 216 час.	Экзамен

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	-
Постреквизиты и корреквизиты модуля	Материаловедение и технологии материалов Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов Физические методы исследования материалов

	Дифракционные и электронно-микроскопические методы анализа материалов Методология выбора материалов и технологий в промышленности Ультрадисперсные и наноматериалы Материаловедение композиционных материалов Специальные сплавы
--	--

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

Изучение дисциплины модуля предусматривает формирование компетенций посредством последовательного освоения результатов обучения на определенном уровне сложности содержания.

Результаты обучения по дисциплине – это конкретные знания, умения, опыт и другие результаты (содержательные компоненты компетенций), которых планируется достичь на этапе изучения дисциплины модуля и которые должны будут продемонстрированы обучающимися и оценены преподавателем по индикаторам/измеряемым критериям.

Индикатор – это признак / сигнал / маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины.

Индикаторы должны учитываться при выборе и составлении заданий контрольно-оценочных мероприятий (оценочных средств) текущей и промежуточной аттестации.

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Физика прочности и разрушения материалов	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для	Знание: <ul style="list-style-type: none"> - фундаментальных представлений о дефектах и их взаимодействии; - механизмов деформации металлических материалов; - механизмов зарождения и распространения трещин при динамическом, статическом и знакопеременном нагружении; - процессов, идущих в металлических материалах при термомодеформационном воздействии Умения: <ul style="list-style-type: none"> - объяснять процессы, идущие в металлических материалах при воздействии напряжений и/или температуры на основе представлений о движении и взаимодействии их дефектов; - выявлять взаимосвязь между составом, структурой,

	<p>решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p> <p>ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения</p> <p>ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</p> <p>ПК-4 - 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>процессами деформации/разрушения и механическими свойствами металлических сплавов</p> <p>Иметь опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать прочность металлических материалов по параметрам структуры <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципами повышения прочности материалов <p>Личностные качества:</p> <ul style="list-style-type: none"> - демонстрировать ответственное отношение к выполнению заданий по освоению компетенции
--	---	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

ПРОГРАММА МОДУЛЯ
Физика прочности и разрушения материалов

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физика прочности и разрушения материалов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гриб Стелла Владимировна	Кандидат технических наук	Доцент	Кафедра термообработки и физики металлов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 1-12_ от __11.12.2019 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика прочности и разрушения материалов

1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
 - Базовый уровень

1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине 1

Таблица 1.2

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
<p>УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p> <p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p> <p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</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>ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения</p> <p>ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</p> <p>ПК-4 - 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>Знание:</p> <ul style="list-style-type: none">- фундаментальных представлений о дефектах и их взаимодействии;- механизмов деформации металлических материалов;- механизмов зарождения и распространения трещин при динамическом, статическом и знакопеременном нагружении;- процессов, идущих в металлических материалах при термомеханическом воздействии <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none">- объяснять процессы, идущие в металлических материалах при воздействии напряжений и/или температуры на основе представлений о движении и взаимодействии их дефектов;- выявлять взаимосвязь между составом, структурой, процессами деформации/разрушения и механическими свойствами металлических сплавов <p>Иметь опыт:</p> <ul style="list-style-type: none">- оценивать прочность металлических материалов по параметрам структуры <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">- принципами повышения прочности материалов <p>Личностные качества:</p> <ul style="list-style-type: none">- демонстрировать ответственное отношение к выполнению заданий по освоению компетенции

1.3. Содержание дисциплины

Физика прочности и разрушения материалов

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Введение	Понятия надежности, долговечности, износостойкости и тещиностойкости металлических материалов, конструктивной прочности. Характеристики прочности и пластичности металлических материалов. Условные и истинные напряжение, деформация. Удельные характеристики металлических материалов. Классификация дефектов кристаллического строения и их взаимодействие.
Р2	Пластическая деформация и упрочнение	Механизмы упрочнения и их сочетание в металлических материалах. Конструктивная прочность материалов и критерии ее оценки. Механизмы пластической деформации (скольжение, двойникование, сдвиговое полиморфное превращение). Теоретическая прочность при сдвиге. Приведенное напряжение сдвига. Закон Шмида-Боаса. Деформация и упрочнение монокристаллов чистых металлов и твердых растворов замещения и внедрения с различным типом кристаллической решетки. Особенности деформации и упрочнения поликристаллов. Упорядоченные сплавы. Сверхструктурные дислокаций. Особенности деформации и упрочнения упорядоченных сплавов.
Р3	Деформационные и рекристаллизационные процессы при повышенных температурах	Пластическая деформация при повышенных температурах: ползучесть металлических материалов, сверхпластичность. Процессы, протекающие при нагреве деформированных металлов и сплавов: статические и динамические возврат и рекристаллизация.
Р4	Разрушение металлических кристаллов	Теоретическая прочность при отрыве. Условия зарождения трещин. Дислокационные модели зарождения микротрещин. Рост хрупких трещин. Влияние границ зерен на распространение трещин. Факторы, определяющие характер и механизм разрушения. Разрушение упорядоченных сплавов. Разрушение металлических материалов при ползучести и усталости.

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. Основы теории дефектов, прочности и пластичности кристаллов: учебное пособие / Д. А. Мирзаев, К. Ю. Окишев. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. — 336 с. Режим доступа: <https://docplayer.ru/67530076-Osnovy-teorii-defektov-prochnosti-i-plastichnosti-kristallov.html> (дата обращения 30.09.2020)

2. Николаева Е. А. Сдвиговы механизмы пластической деформации монокристаллов / Е.А. Никаева – Пермь: Издательство Пермского государственного технического университета, 2011. — 50 с. Режим доступа: <http://lab4.icmm.ru/wp-content/uploads/2012/05/nikolaeva2.pdf> (дата обращения 30.09.2020)

3. Новые методы упрочнения упорядоченных сплавов / Б. А. Гринберг, В. И. Сюткина.

— М.: Металлургия, 1985. — 185 с. Режим доступа: <http://www.imp.uran.ru/?q=ru/content/novye-metody-uprochneniya-uporyadochennyh-splavov> (дата обращения 30.09.2020)

Печатные издания

электронного каталога библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76> (не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль)):

1. Рекристаллизация металлов и сплавов : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 150702 - Физика металлов и по направлению 150100 - Материаловедение и технологии материалов / В. С. Литвинов, С. В. Гриб ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013 .— 86 с. : ил. — Библиогр.: с. 81-82 (20 назв.) .— ISBN 978-5-7996-0919-1, 100 экз.

2. Металлофизика высокопрочных сплавов : Учеб. пособие для вузов / М. И. Гольдштейн, В. С. Литвинов, Б. М. Бронфин .— М. : Металлургия, 1986 .— 311 с. : ил. ; 21 см .— Предм. указ.: с. 307-311. — Библиогр.: с. 305-306. — допущено в качестве учебного пособия .— 0.95., 33 экз.

3. Разрушение металлических кристаллов : учебное пособие / В. С. Литвинов ; науч. ред. В. В. Сагарадзе ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2007 .— 56 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 53-54 (8 назв.). — без грифа .— 978-5-321-01021-1, 10 экз. (кафедра ТОФМ)

4. Штремель, Мстислав Андреевич. Прочность сплавов : Учебник для вузов. Ч. 2. Деформация .— М. : МИСИС, 1997 .— 527 с. — рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-87623-015-4 : 43.80., 4 экз.

5. Штремель, Мстислав Андреевич. Прочность сплавов : Учебник для вузов. Ч. 1. Дефекты решетки / Моск. гос. ин-т стали и сплавов (Технол. ун-т .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : МИСИС, 1999 .— 383с. — без грифа .— ISBN 5-87623-046-4 : 46.80., 5 экз.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>:

ЭБС "Лань" (Издательство "Лань");
Taylor&Francis (Taylor & Francis Group);
American Institute of Physics;
eLibrary (ООО Научная электронная библиотека);
Institute of Physics (IOP);
Journal Citation Reports (JCR) Web of Science;
Scopus Elsevier;
Springer Materials (Springer Nature);
SpringerLink (Springer Nature);
Web of Science Core Collection (Web of Science).

<http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=80>

Физика металлов и металловедение: [журнал];
Письма в "Журнал технической физики": [журнал];
Журнал технической физики: [журнал];
Российские нанотехнологии: [журнал];
Материаловедение: науч.-техн. и произв. журн.

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. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>
3. Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
4. Electron Backscatter Diffraction Analysis – обучающий сайт www.ebsd.com
5. Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>
6. Свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика прочности и разрушения материалов

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; практические занятия; консультации; самостоятельная работа студентов.	Три лекционных аудитории, оснащённых мультимедийным оборудованием.	Операционная система Microsoft Windows 7.
2	Лабораторные занятия	Оптические микроскопы METAM PB 21-2 – 6 шт.; оптические микроскопы Neophot 2 с приставками для дюротрических испытаний – 2 шт.; оптический микроскоп Olympus GX51; электронные весы SHIMADZU с приставкой для измерения плотности SMK-401.	Не требуется