

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 03 » ноября 20 20 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ **Физика и механика разрушения материалов**  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ **очная**  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ **магистратура**  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ **144 (4)**  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ **22.04.02 Металлургия**  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ **Металловедение и технология термической обработки сталей  
и высокопрочных сплавов**  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – приобретение профессиональных компетенций с целью экспериментальной оценки характеристик сопротивления разрушению, а также - способов изменения структуры с целью приобретения металлическим материалом высокого уровня сопротивления разрушению.

- изучение влияния структурного состояния на уровень трещиностойкости металлов и сплавов, а также - на микромеханизмы роста трещины;
- формирование умения обоснованно выбирать критерии оценки трещиностойкости в соответствии с подходами физики и механики разрушения;
- формирование навыков экспериментальной оценки статической, динамической и циклической трещиностойкости в соответствии с нормативными документами;

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- методы определения характеристик трещиностойкости металлических материалов;
- теория дислокаций как объект, позволяющий увязывать исходную структуру металлов и сплавов и ее изменение в процессе нагружения или воздействия других факторов с уровнем характеристик трещиностойкости;
- конструкционные стали и другие сплавы на основе железа.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает методы исследований, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований	Знает методы исследований, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Владеет навыками выбора испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; обработки и оценки результатов исследований	Владеет навыками выбора испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; обработки и оценки результатов исследований	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет проводить испытания, измерения; анализировать полученные данные, делать выводы	Умеет проводить испытания, измерения; выполнять металлографические исследования структуры металлов и сплавов; анализировать полученные данные, делать выводы	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает причины возникновения трещиноподобных дефектов; методы анализа и контроля качества продукции	Знает причины возникновения дефектов при термообработке; методы анализа и контроля качества продукции.	Экзамен
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Владеет навыками выявления причин брака продукции и подготовки мероприятий по его устранению; принятия мер по предупреждению появления брака.	Владеет навыками анализа производственной ситуации; выявления причин брака продукции и подготовка мероприятий по его устранению; принятия мер по предупреждению появления брака.	Индивидуальн ое задание
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет оперативно решать технологические проблемы в производстве на основе проведенных исследований и измерений	Умеет оперативно решать технологические проблемы в производстве.	Отчёт по практическом у занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	27	27	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	9	9	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	81	81	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Физические основы прочности и разрушения металлов	5	0	6	40
Тема 1. Межатомные взаимодействия и прочность металлов. Тема 2. Основные механизмы упрочнения металлов и сплавов. Тема 3. Упрочнение в результате образования мартенсита. Тема 4. Физические основы разрушения металлов в присутствии зародышевых субмикротрещин. Тема 5. Структура стали и сопротивление микросколу.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 5. Структура стали и сопротивление микросколу	4	0	10	41
Тема 6. Современные представления о процессе разрушения. Тема 7. Элементы линейной и нелинейной механики разрушения. Тема 8. Элементы структурной механики разрушения. Тема 9. Связь критериев физики и механики разрушения.				
ИТОГО по 2-му семестру	9	0	16	81
ИТОГО по дисциплине	9	0	16	81

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет уровня предела текучести конструкционных сталей по параметрам их структуры
2	Расчет сопротивления микросколу RMC, по полученным в результате проведенных замеров численных значений параметров структуры
3	Оценка чувствительности сталей к надрезам по критериям физики разрушения
4	Построение и анализ K-тарировок для различных типов образцов
5	Анализ микромеханизмов роста трещин при статическом нагружении
6	Анализ микромеханизмов роста трещин при циклическом нагружении
7	Построение и анализ диаграмм конструкционной прочности сталей и сплавов. Нанесение карт структурных состояний
8	Установление связи между RMC и K1C конструкционных сталей

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Горицкий В. М. Структура и усталостное разрушение металлов / В. М. Горицкий, В. Ф. Терентьев. - Москва: Металлургия, 1980.	1
2	Ежов А. А. Разрушение металлов / А. А. Ежов, Л. П. Герасимова. - Москва: Наука, 2004.	1
3	Золоторевский В. С. Механические свойства металлов : учебник для вузов / В. С. Золоторевский. - Москва: Изд-во МИСиС, 1998.	34
4	Пестриков В. М. Механика разрушения : курс лекций / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. - Санкт-Петербург: Профессия, 2012.	3
5	Романив О. Н. Вязкость разрушения конструкционных сталей / О. Н. Романив. - Москва: Металлургия, 1979.	4

6	Симонов Ю. Н. Основы физики и механики разрушения : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Симонов, М. Н. Георгиев, М. Ю. Симонов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Колесников Ю. В. Механика контактного разрушения / Ю. В. Колесников, Е. М. Морозов. - Москва: ЛКИ, 2013.	4
2	Мешков Ю. Я. Структура металла и хрупкость стальных изделий / Ю. Я. Мешков, Г. А. Пахаренко. - Киев: Наук. думка, 1985.	1
3	Морозов Е. М. Контактные задачи механики разрушения / Е.М.Морозов,М.В.Зернин. - Москва: Машиностроение, 1999.	4
4	Основы механики разрушения. - Москва: , УРСС, 2007. - (Механика упругопластического разрушения. Основы механики разрушения : учебное пособие для вузов : в 2 ч.; Ч. 1).	5
5	Партон В.З. Механика упругопластического разрушения : учебное пособие для вузов / В.З. Партон, Е.М. Морозов. - М.: Наука, Физматлит, 1985.	11
6	Специальные задачи механики разрушения. - Москва: , УРСС, 2007. - (Механика упругопластического разрушения. Основы механики разрушения : учебное пособие для вузов : в 2 ч.; Ч. 2).	7
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Деформация и разрушение материалов : научно-технический и производственный журнал / Наука и технологии. - Москва: Наука и технологии, 2004 - .	
2	Заводская лаборатория. Диагностика материалов : научно-технический журнал по аналитической химии, физическим, математическим и механическим методам исследования, а также сертификации материалов / Издательство Тест-ЗЛ. - Москва: Тест-ЗЛ, 1932 - .	
3	Металловедение и термическая обработка металлов : научно-технический и производственный журнал / Редакция журнала Металловедение и термическая обработка металлов. - Москва: Машиностроение, 1955 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Механические испытания. Расчет и испытания на прочность : сборник национальные стандарты. - Москва: Стандартиформ, 2005.	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Георгиев М.Н., Симонов М.Ю., Симонов Ю.Н. Основы физики и механики разрушения / Пермь, Изд-во ПНИПУ, 2012. – 263 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=575">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=575</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Георгиев М.Н., Симонов Ю.Н. Трещиностойкость железоуглеродистых сплавов: моногр. / Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. – 419 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2574">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2574</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022 )
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Springer Nature e-books	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://jwww.springerprotocols.com/">http://jwww.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>



## **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор, экран, компьютер	3
Практическое занятие	Компьютеры	15

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------