

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

« 10 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ **Механика хрупкого разрушения** \_\_\_\_\_  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ **15.04.03 Прикладная механика** \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ **Динамика и прочность машин, конструкций и механизмов** \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – изучение фундаментальных понятий, концепций и методов механики разрушения.

Задачи учебной дисциплины:

- углубленное изучение основных явлений процесса разрушения, принципов и подходов математического моделирования этого процесса;
- формирование умения применять основные приемы решения задач механики разрушения;
- приобретение навыков решения задач механики разрушения;
- углубленное изучение современных методов экспериментального исследования процесса разрушения.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- модели дисперсного накопления повреждений;
- методы решения сингулярных задач теории упругости;
- основные модули теории пластичности;
- модели усталостной прочности;
- экспериментальные методы механики трещин.

### 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	Знать фундаментальные понятия, концепции и методы механики разрушения деформируемых твердых тел, основные задачи механики разрушения.	Знает основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды;	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	Уметь применять основные приемы решения задач механики разрушения в заданных условиях нагружения деформируемых твердых тел с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять анализ результатов.	Умеет выделять из рассматриваемой проблемы задачу механики, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели;	Индивидуальное задание
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками формулировки, решения и качественного анализа задачи механики разрушения деформируемого твердого тела с учетом специфики нагружения.	Владеет навыками построения математических моделей рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды с учетом необходимых гипотез, а также выполнять качественный анализ математической модели.	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
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
1-й семестр				
Линейная механика разрушения	4	0	4	18
1. Основные понятия механики разрушения. 2. Линейная механика разрушения.				
Механика упругопластического разрушения	4	0	4	18
3. Механика упругопластического разрушения. 4. Критерии локального разрушения. 5. Влияние упрочнения. Экспериментальные методы определения вязкости разрушения				
Механика разрушения в условиях ползучести	4	0	4	18
6. Механика разрушения в условиях ползучести. 7. Асимптотика напряжений у вершины стационарной трещины в нелинейно вязком и упруго-нелинейно вязком теле.				
Механика коррозионного и усталостного разрушения	4	0	4	18
8. Механика коррозионного разрушения. 9. Механика усталостного разрушения.				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	16	72

ИТОГО по дисциплине	16	0	16	72
---------------------	----	---	----	----

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Распределение напряжений и перемещений у вершины полубесконечной трещины для трещин нормального отрыва, продольного и поперечного сдвига
2	Коэффициенты интенсивности напряжений для изолированной прямолинейной трещины в бесконечной упругой плоскости
3	Трещина обобщенного нормального отрыва. Траектория развития трещины. Трещины вблизи концентраторов напряжений (плоская задача). Трещины в круговой пластине или цилиндре.
4	Метод годографа в задачах антиплоского сдвига. Структура конца полубесконечной трещины для упруго-идеальнопластического материала.
5	Напряженное состояние у вершины наклонной трещины в случае упругопластического материала со степенным упрочнением.
6	Длительная прочность элементов конструкций, работающих в условиях ползучести. Метод годографа в задачах антиплоского сдвига.
7	Структура конца полубесконечной трещины в случае установившейся ползучести с дробно-линейным законом ползучести. Автомодельная задача о трещине антиплоского сдвига в среде с поврежденностью (связанная постановка задачи ползучести с поврежденностью).
8	Диффузионная модель роста трещины при водородном охрупчивании. Электрохимический механизм роста трещин при коррозионном разрушении. Поверхностное взаимодействие твердого тела со средой. Адсорбционный эффект.
9	Решения ряда задач усталостной долговечности для тел с трещинами.
10	Расчет допустимых размеров усталостной трещины для реальных конструкций. Влияние усталости на рост трещин ползучести.

## 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 и групповые дискуссии.

## 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	Пестриков В. М. Механика разрушения твердых тел : курс лекций / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. - СПб: Профессия, 2002.	50
2	Черепанов Г.П. Механика разрушения / Г.П. Черепанов, Л.В. Ершов. - Москва: Машиностроение, 1977.	9
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Качанов Л. М. Основы механики разрушения / Л. М. Качанов. - М.: Наука, Физматлит, 1974.	7
2	Матвиенко Ю. Г. Модели и критерии механики разрушения / Ю. Г. Матвиенко. - М.: Физматлит, 2006.	3
3	Партон В.З. Механика упругопластического разрушения : учебное пособие для вузов / В.З. Партон, Е.М. Морозов. - М.: Наука, Физматлит, 1985.	11
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал / Институт механики; Центральный научно-исследовательский институт машиностроения. - Москва: Наука, 1966 - .	
2	Прикладная математика и механика : журнал / Российская академия наук. Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления. - Москва: Наука, 1933 - .	
3	Прикладная механика и техническая физика : журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева; Институт теоретической и прикладной механики. - Новосибирск: СО РАН, 1960 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<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)
Дополнительная литература	Симонов Ю. Н. Основы физики и механики разрушения : учебное пособие для вузов	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3498">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3498</a>	сеть Интернет; 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 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
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
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>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Парты, стол преподавателя, доска, компьютер, проектор, экран, сеть Internet	1
Практическое занятие	Парты, стол преподавателя, доска, компьютер, проектор, экран, сеть Internet	1

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

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