

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

« 22 » декабря 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Теории прочности и механика разрушения
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 28.03.03 Наноматериалы
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Конструкционные наноматериалы
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель – получение студентами знаний об основных закономерностях процессов разрушения материалов, в том числе конструкционных наноматериалов, основных теориях прочности и моделях механики разрушения, а также методах экспериментального исследования процессов разрушения.

Задачи:

- изучение теоретических основ теорий прочности, используемых в механике разрушения, физических основ зарождения и развития трещин и факторов, влияющих на их распространение;
- формирование умений и навыков анализа параметров трещиностойкости материалов, практического использования современных электродинамических и сервогидравлических испытательных систем, оборудования для структурного анализа, средств контроля нагрузок и перемещений, программных средств управления, сбора и обработки данных.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- теории прочности и основы механики разрушения;
- типы трещин в материалах и параметры трещиностойкости материалов;
- экспериментальные методы исследования закономерностей процессов разрушения материалов и элементов конструкций, приемы проведения испытаний в области механики разрушения на современных сервогидравлических системах;
- статистическая обработка результатов испытаний.

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-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знать основные теории прочности, закономерности процессов разрушения материалов, в том числе наноматериалов, причины и условия при которых наступает разрушение материала или конструкции, виды разрушения.	Знает физико-химические характеристики наноструктурированных композиционных материалов ; основные теории прочности, закономерности процессов разрушения наноматериалов, причины и условия разрушения материала, основные подходы к описанию процессов накопления повреждений современных материалов и наноматериалов	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	Уметь применять методы механики разрушения при определении характеристик трещиностойкости при статическом и циклическом нагружении.	Умеет выбирать и применять средства измерения для определения свойств наноструктурированных композиционных материалов ,	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	Владеть навыками экспериментального исследования процессов разрушения при испытании на усталость и трещиностойкость на современных серво-гидравлических системах.	Владеет навыками экспериментального исследования процессов разрушения структурно неоднородных и наноматериалов	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	62	62	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	24	24	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	82	82	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

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

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				
Теории прочности и основные понятия механики разрушения.	4	14	4	24
Понятие прочность материалов. Меры напряженного и деформированного состояний. Критериальный подход к оценке разрушения. Экспериментальные исследования меры напряженного и деформированного состояния. Простейшие гипотезы прочности. Использование гипотез прочности при экспериментальных исследованиях. Особенности развития трещины в материале.				
Критерии прочности материалов. Модели накопления повреждений. Типы трещин.	4	4	6	20
Критерии прочности изотропных материалов. Критерии прочности анизотропных материалов. Экспериментальное исследование анизотропных материалов. Кинетическая теория прочности С.Н. Журкова. Критерии длительной и усталостной прочности. Проведение экспериментальное исследование усталостных характеристик материала. Экспериментальные методы определения длины трещины.				
Модели накопления повреждений.	2	0	4	6
Оценка разрушения с использованием моделей накопления повреждений. Подход Л.М. Качанова и Ю.Н. Работнова. Статистический аспект проблемы разрушения.				
Критерии разрушения и типы трещин.	2	0	0	4
Энергетический критерий разрушения А. Гриффитса. Напряженное состояние тела с трещиной. Три основных типа деформаций у вершины трещины.				
Характеристики роста трещин.	6	0	0	12
Коэффициент интенсивности напряжений и методы его расчета. Силовой критерий разрушения Дж. Р. Ирвина. Особенности развития трещин в упругопластических телах. Инвариантный интеграл. Проведение испытаний на трещиностойкость.				
Особенности развития трещины в материале.	6	0	4	16
Равновесный рост трещин при докритических нагрузках. Распространение усталостных трещин. Формула Париса. Вычислительная механика разрушения. Проведение испытаний на трещиностойкость. Экспериментальные методы определения длины трещины.				
ИТОГО по 6-му семестру	24	18	18	82

ИТОГО по дисциплине	24	18	18	82
---------------------	----	----	----	----

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изучение понятия прочности материалов. Экспериментальные исследования прочности.
2	Исследование мер напряженного и деформированного состояний. Применение критериального подхода к оценке разрушения.
3	Применение простейших гипотез прочности.
4	Анализ критериев прочности анизотропных материалов.
5	Применение кинетической теории прочности С.Н. Журкова при решении задач механики разрушения.
6	Применение критерия длительной и усталостной прочности при анализе долговечности материала в процессе экспериментального исследования.
7	Оценка разрушения с использованием моделей накопления повреждений. Подход Л.М. Качанова и Ю.Н. Работнова.
8	Изучение особенностей силового критерия разрушения Дж. Р. Ирвина.
9	Применение инвариантного интеграла при решении задач механики разрушения.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Экспериментальное исследование меры напряженного и деформированного состояний на современных сервогидравлических системах.
2	Применение простейших гипотезы прочности при экспериментальных исследованиях.
3	Особенности экспериментального применения критерии прочности анизотропных материалов для наноматериалов.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление 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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, 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, лабораторным работам 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
1. Основная литература		
1	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	36
2	Пестриков В. М. Механика разрушения твердых тел : курс лекций / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. - СПб: Профессия, 2002.	50
2. Дополнительная литература		

2.1. Учебные и научные издания		
1	Астафьев В.И. Нелинейная механика разрушения / В.И.Астафьев,Ю.Н.Радаев,Л.В.Степанова. - Самара: Изд-во СамГУ, 2001.	1
2	Матвиенко Ю. Г. Модели и критерии механики разрушения / Ю. Г. Матвиенко. - М.: Физматлит, 2006.	3
3	Пестриков В. М. Механика разрушения : курс лекций / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. - Санкт-Петербург: Профессия, 2012.	3
4	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
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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 / Ю. Н. Симонов, М. Н. Георгиев, М. Ю. Симонов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3498	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Черноусов, Н. Н. Механика разрушения: В 2 частях. Ч. 2. Механика разрушения композиционных материалов : лабораторный? практикум / Н. Н. Черноусов, Р. Н. Черноусов. - Липецк: Липецкий? государственный? технический? университет, ЭБС АСВ, 2018.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks83186	локальная сеть; авторизованный 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)

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

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	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Измерительный инструмент	1
Лабораторная работа	Испытательная машина Bis Nano	1
Лабораторная работа	Испытательная машина Instron 8801	1
Лекция	Доска маркерная	1
Лекция	Мультимедиа комплекс (Ноутбук, проектор, экран)	1
Практическое занятие	Доска маркерная	1
Практическое занятие	Измерительный инструмент	1
Практическое занятие	Мультимедиа комплекс (Ноутбук, проектор, экран)	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе