

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

« 19 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Современные методы исследования процессов и состояний  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Экспериментальная механика  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является получение магистрантами знаний в области современных методов исследования процессов и состояний материалов, навыков планирования и проведения экспериментальных исследований.

Задачи дисциплины:

- изучение основных понятий и определений механических испытаний;
- изучение современных методов регистрации процессов при механических испытаниях;
- изучение исследований в области механики трещин;
- формирование умений и навыков в области экспериментальной механики;

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- методы измерения кинематических и силовых параметров процесса
- современное состояние области исследования усталостных свойств материалов;
- современное состояние исследований в области механики трещин;
- методы исследования структуры материалов в процессе механических испытаний;
- современные методы регистрации процессов, сопровождающих эволюцию структуры материала в процессе механических 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-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знать перечень основных методов измерения кинематических и силовых параметров процесса, видов современного испытательного и измерительного оборудования	Знает содержание, характер и продолжительность "элементарных" операций контроля, измерения и испытания	Реферат

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Уметь составлять перечень требуемых механических испытаний и измерений, в зависимости от типа исследуемого материала и условий его работы в конструкции; уметь пользоваться требованиями и рекомендациями стандартов; уметь разрабатывать техническое задание на проведение механических испытаний	Умеет разрабатывать предложения по совершенствованию технологического процесса и организации работ по его обеспечению	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеть основными методами определения механических характеристик конструкционных и функциональных материалов; владеть навыками проведения измерений с использованием методов неразрушающего контроля (акустической эмиссии, инфракрасной термографии, корреляции цифровых изображений)	Владеет навыками внесения предложений в планы адаптации (модернизации) инфраструктуры и производственной среды для оптимизации условий проведения операций контроля, измерения и испытания, а также решения задач разработки и выбора материалов	Зачет
ПК-3.2	ИД-1ПК-3.2	Знать основные принципы работы и устройство измерительного оборудования, используемого для исследования процессов и состояний; знать методы и используемое оборудование для исследования структуры материалов в процессе механических испытаний	Знает устройство основного используемого технологического и контрольно-измерительного оборудования и принципы его работы	Реферат
ПК-3.2	ИД-2ПК-3.2	Уметь осуществлять настройку комплекса испытательного и измерительного оборудования, подготовку опытных образцов в зависимости от используемого метода	Умеет отрабатывать технологические режимы, методику проведения испытаний	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		измерений; уметь проводить первичную обработку опытных данных		
ПК-3.2	ИД-3ПК-3.2	Владеть навыками использования современных методов регистрации процессов при механических испытаниях конструкционных и функциональных композиционных материалов	Владеет навыками составления плана комплексных испытаний опытных образцов изделий из наноструктурированных композиционных материалов	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- 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			
Дифференцированный зачет	9	9	
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
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Механические испытания. Методы измерения кинематических и силовых параметров процесса. Современное состояние исследований	4	12	4	18
Квазистатические испытания конструкционных материалов. Усталостные испытания. Испытания на трещиностойкость и скорость распространения трещин. Динамические испытания. Много и гигацикловая усталость. Ультразвуковые испытательные машины. Расчёт напряжений при испытании на резонансной ультразвуковой усталостной машине. Примеры реальных испытаний, основные проблемы и перспективные направления исследований.				
Современное состояние исследований в области механики трещин	4	8	4	18
Закон Париса, модификация закона Париса, энергетически обоснованные законы распространения усталостных трещин. Методы исследования кинетики усталостных трещин. Современное состояние исследований.				
Методы исследования структуры материалов в процессе механических испытаний	4	8	4	18
Исследование структуры материала методами электронной, атомно-силовой и оптической микроскопии. Разработка методов количественной фрактографии. Примеры использования фрактальных характеристик берегов трещины при определении вязкости разрушения хрупких материалов.				
Современные методы регистрации процессов, сопровождающих эволюцию структуры материала в процессе механических испытаний	4	8	4	18
Спекл-интерферометрия. Цифровая корреляция изображений. Акустическая эмиссия. Инфракрасная термография. Методы регистрации террагерцового излучения. Методы регистрации электромагнитных и других излучений.				
<b>ИТОГО по 3-му семестру</b>	<b>16</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>72</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>16</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>72</b>

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Усталостные испытания
2	Испытания на трещиностойкость и скорость распространения трещин
3	Расчёт напряжений при испытании на резонансной ультразвуковой усталостной машине

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
4	Закон Париса, модификация закона Париса, энергетически обоснованные законы распространения усталостных трещин
5	Методы исследования кинетики усталостных трещин

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Квазистатические испытания конструкционных материалов и современные средства измерений
2	Оценка влияния концентрации напряжений на процессы развития трещин при одноосном растяжении
3	Применение методов неразрушающего контроля для изучения механического поведения и особенностей пластического деформирования металлов и сплавов
4	Экспериментальное исследование процессов неупругого деформирования и разрушения при механических испытаниях композиционных материалов с использованием методов неразрушающего контроля
5	Анализ изломов образцов и определение типов разрушения материала на оптическом стереомикроскопе
6	Исследование структуры материала методами электронной и оптической микроскопии

## 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, 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, 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	36
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Вавилов В. П. Тепловые методы неразрушающего контроля : справочник / В. П. Вавилов. - Москва: Машиностроение, 1991.	3
2	Экспериментальная механика / Б. В. Букеткин [и др.]. - М.: Изд-во МГТУ, 2004.	5
3	Экспериментальные исследования свойств материалов при сложных термомеханических воздействиях : коллективная монография / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Москва: Физматлит, 2012.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<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	Экспериментальные исследования свойств материалов при сложных термомеханических воздействиях : коллективная монография / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Москва: Физматлит, 2012.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks163868">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks163868</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3324">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3324</a>	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 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

## 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 Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.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>
Электронно-библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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
Лабораторная работа	Бесконтактная оптическая видеосистема VIC-3D	1
Лабораторная работа	Сервогидравлическая двухосевая испытательная система Instron 8850 (100 кН/1000 Нм)	1
Лабораторная работа	Система AMSY-6 многоканальное оборудование для измерения акустической эмиссии	1
Лабораторная работа	Тепловизионная система FLIR SC7000	1
Лабораторная работа	Универсальная электромеханическая испытательная система Instron 5989 (600кН)	1
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютер	12

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

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