

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

« 20 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Современные методы регистрации термомеханических полей и  
диагностики повреждений  
(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 приобретение знаний о способах исследования и определения свойств конструкционных материалов, включая композиционные материалы; сути физических явлений, лежащих в основе этих способов; о методах проведения соответствующих испытаний; о методах контроля материалов и покрытий в процессе переработки и производства изделий. В дисциплине излагаются взаимосвязь физических явлений и методов контроля качества и исследования свойств, техника исследований и контроля и применяемое оборудование и приборы.

Задачи дисциплины:

- изучение методов исследования свойств и контроля качества материалов, методы исследования механических, электрических, магнитных и др. свойств материалов; методов и техники контроля материалов и покрытий; оборудование и приборы основных методов исследования свойств и контроля качества материалов;
- формирование умения выбирать метод исследования свойств или контроля качества в соответствии с поставленной задачей; оценивать эффективность различных методов исследований и возможности снижения их трудоемкости;
- формирование навыков владения технологией исследования и контроля материалов, настраивать оборудование и приборы, проводить исследования и оформлять результаты.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- конструкционные материалы, в том числе различные типы композиционных материалов;
- дефекты в конструкционных материалах;
- методы исследования физико-механических и других свойств материалов и процессов их переработки.

### 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-2.4	ИД-1ПК-2.4	Знать способы исследования и определения свойств конструкционных материалов; знать взаимосвязь физических явлений и методов контроля и исследования свойств, применяемое оборудование и приборы.	Знает содержание, характер и продолжительность "элементарных" операций контроля, измерения и испытания	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.4	ИД-2ПК-2.4	Уметь подбирать требуемый метод исследования свойств или контроля качества в соответствии с поставленной задачей, оценивать эффективность различных методов регистрации термомеханических полней и диагностики повреждений.	Умеет разрабатывать предложения по совершенствованию технологического процесса и организации работ по его обеспечению	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.4	ИД-3ПК-2.4	Владеть навыками использования современных систем регистрации, включая настройки трехмерной цифровой оптической системы, инфракрасной тепловизионной системы и акустической системы; владеть навыками регистрации и анализа полей деформаций и температур; владеть навыками определения механических характеристик по данным регистрации термомеханических полей.	Владеет навыками внесения предложений в план закупок основных и вспомогательных расходных материалов, комплектующих и оборудования, необходимых для выполнения операций контроля, измерения и испытания, а также решения задач разработки и выбора 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)	14	14	
- лабораторные работы (ЛР)	24	24	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	8	
- 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				
Основы метода инфракрасной термографии	5	8	8	18
Введение современное состояние исследований в области применения инфракрасной термографии в механике деформируемого твёрдого тела. Физические основы генерации инфракрасного излучения. Абсолютно черное тело. Закон излучения Кирхгофа. Закон Стефана — Больцмана. Закон смещения Вина. Радиометрические единицы и величины. Взаимодействие источники и приёмника. Излучательная и отражательная способность тел. Влияние помех при проведении измерений. Применение метода инфракрасной термографии. Понятие об активной и пассивной термографии. Математические методы фильтрации данных, компенсации относительного движения, учёта влияния теплопроводности и окружающей среды. Термодинамика пластического деформирования и разрушения металлов. Связи измеряемых величин со скрытой энергией деформирования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы метода акустической эмиссии	5	8	8	18
История, современное состояние исследований в области применения метода акустической эмиссии в механике деформируемого твёрдого тела. Примеры применения метода при исследовании задач деформирования металлов и горных пород. Основные измеряемые параметры. Настройка системы AMSY, особенности применения. Методы обработки и фильтрации данных. Определение параметров акустического события. Особенности методов работы с непрерывными сигналами. Кластерный анализ. Методы локации акустических сигналов. Особенности распространения акустических волн в твёрдых телах. Примеры экспериментальной локации акустических событий.				
Основы метода цифровой корреляции изображений	2	4	5	18
История, современное состояние исследований в области применения метода цифровой корреляции изображений в механике деформируемого твёрдого тела. Применение метода при исследовании деформирования металлов, композиционных материалов и горных пород. Методы обработки данных, алгоритмы расчёта корреляции изображений. Основные ошибки при обработке результатов.				
Обзор современных методов регистрации термомеханических полей и диагностики эволюции структуры материала	2	4	5	18
Состояние исследований в области разработки методов контроля процессов, сопровождающих эволюцию структуры материала в процессе механических испытаний. Феррозондовые датчики. Методы, основанные на измерении электрических параметров образца. Контактные датчики потока тепла.				
ИТОГО по 3-му семестру	14	24	26	72
ИТОГО по дисциплине	14	24	26	72

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Радиометрические единицы и величины. Взаимодействие источники и приёмника. Излучательная и отражательная способность тел. Влияние помех при проведении измерений.
2	Математические методы фильтрации данных, компенсации относительного движения, учёта влияния теплопроводности и окружающей среды.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
3	Методы обработки и фильтрации данных. Определение параметров акустического события. Особенности методов работы с непрерывными сигналами. Кластерный анализ.
4	Применение метода при исследовании деформирования металлов, композиционных материалов и горных пород.
5	Методы, основанные на измерении электрических параметров образца.

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование механических свойств материалов на основе использования метода корреляции цифровых изображений.
2	Применение метода инфракрасной термографии (механические эксперименты, неразрушающий контроль).
3	Экспериментальное изучение закономерностей деформирования образцов композиционного материала методом инфракрасной термографии.
4	Определение параметров акустического события. Особенности методов работы с непрерывными сигналами. Кластерный анализ.
5	Особенности использование регистрации сигналов акустической эмиссии в процессе нагружения образцов металлов и композитов. Методы локации акустических сигналов.
6	Экспериментальное определение коэффициента неоднородности в телах с концентраторами различной геометрии.

## 5. Организационно-педагогические условия

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

<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

## 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	Т. 1. - Долгопрудный: , Интеллект, 2012. - (Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие : в 2 т. : пер. с англ.; Т. 1).	5
2	Щербинин А. Г. Теплопередача : учебное пособие / А. Г. Щербинин, В. В. Черняев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	14
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Андрейкив А. Е. Метод акустической эмиссии в исследовании процессов разрушения / А. Е. Андрейкив, Н. В. Лысак. - Киев: Наук. думка, 1989.	3
2	Вавилов В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль / В. П. Вавилов. - Москва: Спектр, 2009.	1
3	Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / В. В. Клюев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 2005.	9
4	Носов В. В. Механика композиционных материалов. Лабораторные работы и практические занятия : учебное пособие / В. В. Носов. - Санкт-Петербург[и др.]: Лань, 2013.	3
5	Разумовский И.А. Интерференционно-оптические методы механики деформируемого твердого тела : учебное пособие для вузов / И.А. Разумовский. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007.	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Механика композиционных материалов и конструкций : всероссийский научный журнал / Российская академия наук. Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления; Институт прикладной механики; Общественная академия знаний. - Москва: Ин-т прикл. механики РАН, 1995 - .	
<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	Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / В. В. Ключев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 2005.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks78512">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks78512</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Носов В. В. Механика композиционных материалов. Лабораторные работы и практические занятия : учебное пособие / В. В. Носов. - Санкт-Петербург[и др.]: Лань, 2013.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks170278">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks170278</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Т. 1. - Долгопрудный: , Интеллект, 2012. - (Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие : в 2 т. : пер. с англ.; Т. 1).	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks158310">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks158310</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

## 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>



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>
Электронно-библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.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
Лабораторная работа	Бесконтактная оптическая видеосистема VIC-3D	1
Лабораторная работа	Система AMSY-6 многоканальное оборудование для измерения акустической эмиссии	1
Лабораторная работа	Тепловизионная система FLIR SC7000	1
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Бесконтактная оптическая видеосистема VIC-3D	1
Практическое занятие	Система AMSY-6 многоканальное оборудование для измерения акустической эмиссии	1
Практическое занятие	Тепловизионная система FLIR SC7000	1

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

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