

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

« 18 » декабря 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Экспериментальная механика деформируемого твердого тела
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 216 (6)
(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 учебной дисциплины — изучение основных принципов и методов экспериментального определения механических характеристик конструкционных материалов, принципов работы и использования испытательных систем, средств измерений и диагностического оборудования, методик проведения механических испытаний при различных видах напряженно-деформированного состояния.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение теоретических основ экспериментальной механики, включая элементы теории напряженно-деформированного состояния и модели механического поведения упругих, пластических и вязкоупругих материалов;
- изучение устройства и принципов действия современных электромеханических и сервогидравлических систем для испытания материалов, оборудования для термомеханических воздействий, средств контроля нагрузок и перемещений, анализа полей деформаций, программных средств управления, сбора и обработки данных;
- формирование умений и навыков использования современных электромеханических и сервогидравлических систем для испытания материалов, оборудования для термомеханических воздействий, средств контроля нагрузок и перемещений, анализа полей деформаций, программных средств управления, сбора и обработки данных.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- модели механического поведения материалов;
- методики экспериментального определения механических свойств, исследования закономерностей процессов деформирования и разрушения материалов и элементов конструкций;
- современные системы для испытания материалов (электромеханические, сервогидравлические, электродинамические испытательные системы);
- средства контроля нагрузок и перемещений (датчики нагрузок и перемещений, экстензометры), оптические системы анализа полей деформаций.

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знать: - основные методы и средства экспериментальных исследований механических характеристик конструкционных материалов; - современное испытательное и измерительное оборудование и стандартные методы испытаний.	Знает особенности проведения расчётов конструкций и расчетно-экспериментального изучения закономерностей накопления повреждений современных материалов и наноматериалов;	Реферат
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Уметь: - выбирать оптимальные методы экспериментальных исследований определения механических характеристик конструкционных материалов; - проводить обработку экспериментальных данных, строить диаграммы нагружений и деформирования.	Умеет осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, выбирать методы и средства проведения исследований и разработок, осуществлять планирование эксперимента оценивать и интерпретировать полученные знания, расширять их и приобретать новые знания путем проведения физико-химических процессов и материалов;	Защита лабораторной работы
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владеть навыками: - подготовки образцов и проведения экспериментальных исследований свойств материалов; - обработки экспериментальных данных и анализа результатов.	Владеет навыками анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, методами анализа напряженно-деформированных состояний, техникой контроля основных свойств наноматериалов и определения параметров дефектов	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	74	74	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	36	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	106	106	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

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
7-й семестр				
Основные понятия и исходные положения. Основы экспериментальной механики.	8	8	0	30
Предмет и задачи курса «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела». История развития методов экспериментальной механики деформируемых твердых тел. Параметры напряженно-деформированного состояния. Модели механического поведения материалов: модели упругого поведения материалов, модели пластического деформирования материалов, модели вязкоупругого деформирования материалов. Основные механические характеристики материалов и методы их определения.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Современные системы для испытания материалов.	12	10	0	30
Общая характеристика современных испытательных комплексов. Основные виды управляемого воздействия на образец: растяжение-сжатие, кручение, сложное нагружение (растяжение-сжатие и кручение), двухосевое растяжение-сжатие, сложное напряженное состояние (растяжение и кручение трубчатых образцов с внутренним давлением), воздействие низких и высоких температур, агрессивных сред и иных физико-химических факторов. Принцип действия и устройство электромеханических испытательных систем. Испытания на растяжение, сжатие, трехточечный и четырехточечный изгиб, сдвиг, срез. Принцип действия и устройство сервогидравлических испытательных систем. Испытания на малоцикловую усталость, многоцикловую усталость и циклическую трещиностойкость. Принцип действия и устройство электродинамических испытательных систем. Принцип действия и устройство специального оборудования для термомеханического нагружения. Климатические камеры, муфельные печи, сосуд Дьюара.				
Средства контроля нагрузок и перемещений, анализа полей деформаций.	12	18	0	30
Принцип действия и основные виды датчиков регистрации усилий и перемещений, экстензометров, видеоэкстензометров. Оптический метод анализа полей деформаций. Состав и принцип работы цифровой оптической системы. Метод корреляции цифровых изображений.				
Основные стандартные методы квазистатических испытаний конструкционных материалов.	4	0	0	16
Перечень ГОСТов, ОСТов, РД и т.д. по квазистатическим испытаниям конструкционных материалов (металлов и сплавов, полимеров, армированных пластиков).				
ИТОГО по 7-му семестру	36	36	0	106
ИТОГО по дисциплине	36	36	0	106

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Изучение основных современных испытательных и измерительных систем и специальной оснастки для проведения механических испытаний конструкционных и функциональных материалов.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
2	Экспериментальное определение основных механических характеристик металлов и сплавов при испытании на одноосное растяжение по диаграмме деформирования.
3	Экспериментальное определение основных механических характеристик полимерных композитов при испытании на одноосное растяжение по диаграмме деформирования.
4	Основные принципы метода корреляции цифровых изображений. Анализ поля деформаций в области концентрации напряжений.
5	Экспериментальное определение модуля упругости при использовании различных средств измерения деформации.
6	Экспериментальное определение ударной вязкости.

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.

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 лабораторным работам и индивидуальным 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	Горшков А.Г. Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов / А. Г. Горшков, В. Н. Трошин, В. И. Шалашилин. - Москва: Физматлит, 2002.	38
2	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	36
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Кн. 1 / С. Атлури [и др.]. - Москва: Мир, 1990. - (Экспериментальная механика : в 2 кн. : пер. с англ.; Кн. 1).	2
2	Лабораторный практикум по сопротивлению материалов : учебное пособие для вузов / А. С. Вольмир [и др.]. - Москва: Изд-во МАИ, 1997.	2
3	Тарнопольский Ю. М. Методы статических испытаний армированных пластиков / Ю. М.Тарнопольский, Т. Я.Кинцис. - Москва: Химия, 1975.	2
4	Экспериментальная механика / Б. В. Букеткин [и др.]. - М.: Изд-во МГТУ, 2004.	5
5	Экспериментальные исследования свойств материалов при сложных термомеханических воздействиях : коллективная монография / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Москва: Физматлит, 2012.	2
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	Полилов А. Н. Экспериментальная механика компози-тов / Полилов А. Н. - Москва: МГТУ им. Баумана, 2016.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-106376	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3324	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)
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	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	Инфракрасная тепловизионная система FLIR SC7700M	1
Лабораторная работа	система AMSY-6 многоканальное оборудование для измерения акустической эмиссии	1
Лабораторная работа	Универсальная электромеханическая система Instron 5882 (100кН)	1
Лабораторная работа	Универсальная электромеханическая система Instron 5965 (5кН)	1
Лабораторная работа	Универсальная электромеханическая система Instron 5989 (600кН)	1
Лабораторная работа	цифровая оптическая система для анализа полей деформаций Vic-3D»	1
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе