

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

« 09 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Экспериментальный практикум по механике разрушения
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(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 дисциплины - формирование у студентов практических навыков применять на практике новые современные методы и средства проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов.

Задачи дисциплины:

- освоить методы экспериментального исследования статической прочности пространственных конструкций;
- изучить существующие стандарты испытаний металлов и композиционных материалов на статическую прочность;
- владеть навыками применять на практике современные стандарты испытаний металлов и композиционных материалов на трещиностойкость и усталостную прочность.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- стандарты испытаний на прочность металлов и композиционных материалов;
- методы испытания на возникновение и распространение трещин в конструкционных материалах;
- методы испытания на разрушение волокнистых композиционных материалов.

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-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знает основные подходы к планированию и осуществлению экспериментальных исследований, современные методы, средства и стандарты проведения экспериментов на статическую прочность.	Знает основные подходы к планированию и осуществлению экспериментальных исследований, современные методы, средства и стандарты проведения экспериментов;	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
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Умеет выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, в том числе планирование и осуществление необходимых испытаний, обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов с целью испытания материалов на статическую прочность.	Умеет выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, в том числе планирование и осуществление необходимых испытаний, проектирование и подготовку технической документации на изготовление образцов и оснастки, обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов;	Защита лабораторной работы
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владеет навыками выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов при испытаниях материалов на статическую прочность.	Владеет навыками выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, включая планирование и осуществление необходимых испытаний, проектирование и подготовку технической документации на изготовление образцов и оснастки, обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов.	Зачет

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:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	7	7	
- лабораторные работы (ЛР)	27	27	
- 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)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

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				
Статические испытания материалов	3	8	0	18
Аппаратное и программное обеспечение при проведении динамических и статических испытаний (виды датчиков, регистрация и обработка результатов измерений). Поверка силоизмерительных систем испытательных установок. Определение упругих констант материалов методами изгиба и индентирования. Определение прочностных характеристик сталей и сплавов измерением твёрдости. Определение кривой упрочнения. Осадка цилиндрического образца.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Динамические испытания материалов	1	9	0	18
<p>Определение предела усталости ускоренными методами.</p> <p>Определение упругих констант материалов динамическим и резонансным методами.</p> <p>Определение коэффициента трения качения методом маятниковых колебаний.</p> <p>Определение приведенного коэффициента трения скольжения методом выбега.</p>				
Прочность и разрушение композиционных материалов	2	4	0	18
<p>Испытание плоских образцов из композиционных материалов с полимерной матрицей на растяжение, сжатие и изгиб.</p> <p>Испытание на прочность однослойных и многослойных композиционных материалов с полимерной матрицей методом изгиба короткой балки.</p> <p>Определение свойств сжатия композиционных материалов с полимерной матрицей при воздействии срезающей нагрузки.</p> <p>Испытаний на сдвиг композиционных материалов с использованием бруска с V-образными выемками.</p>				
Разрушение и остаточные напряжения в металлах	1	6	0	18
<p>Экспериментальное определение характеристик вязкости разрушения.</p> <p>Использование метода индентирования для определения латентной энергии при пластической деформации.</p> <p>Определение остаточных напряжений в полиметаллических образцах методом Н.Н. Давиденкова.</p> <p>Определение остаточных напряжений методом рентгеновской дифрактометрии и методом шумов Баркгаузена.</p>				
ИТОГО по 3-му семестру	7	27	0	72
ИТОГО по дисциплине	7	27	0	72

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Аппаратное и программное обеспечение при проведении динамических и статических испытаний (виды датчиков, регистрация и обработка результатов измерений).
2	Определение упругих констант материалов методами изгиба и индентирования.
3	Определение прочностных характеристик сталей и сплавов измерением твёрдости. Определение кривой упрочнения. Осадка цилиндрического образца.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
4	Определение предела усталости ускоренными методами.
5	Определение упругих констант материалов динамическим и резонансным методами.
6	Определение коэффициента трения качения методом маятниковых колебаний.
7	Определение приведенного коэффициента трения скольжения методом выбега.
8	Испытание на прочность однослойных и многослойных композиционных материалов с полимерной матрицей методом изгиба короткой балки.
9	Определение свойств сжатия композиционных материалов с полимерной матрицей при воздействии срезающей нагрузки.
10	Испытаний на сдвиг композиционных материалов с использованием бруска с V-образными выемками.
11	Определение упругих характеристик композиционных материалов с полимерной матрицей при растяжении, сжатии и изгибе.
12	Экспериментальное определение характеристик вязкости разрушения на цилиндрических образцах с концентратором напряжений с использованием машины для испытаний на усталость и разрывной машины.
13	Использование твердомеров Бринелля и Виккерса для определения латентной энергии при пластической деформации.
14	Определение остаточных напряжений анализатором остаточных напряжений XStress 3000 и анализатором Rollscan 200.

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.

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.

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.
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	Матвиенко Ю. Г. Модели и критерии механики разрушения / Ю. Г. Матвиенко. - М.: Физматлит, 2006.	3
2	Пестриков В. М. Механика разрушения : курс лекций / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. - Санкт-Петербург: Профессия, 2012.	3
3	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	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	36
2	Экспериментальная механика / Б. В. Букеткин [и др.]. - М.: Изд-во МГТУ, 2004.	5
2.2. Периодические издания		
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 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Механические испытания. Расчет и испытания на прочность : сборник национальные стандарты. - Москва: Стандартинформ, 2005.	1
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	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3498	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	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
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.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	APM WinMachine 14, (Лиц. 108317, МКМК ФПММ)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	QForm2D/3Dx32, x64, (Лиц. № 081209-2)

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	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/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
-------------	---	-------------------

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	компаратор	4
Лабораторная работа	микрометры	4
Лабораторная работа	микротвердомер Shmadzu	1
Лабораторная работа	персональный компьютер	10
Лабораторная работа	разрывная машина FM-500	1
Лабораторная работа	разрывная машина УМЭ-10ТМ	1
Лабораторная работа	твердомер Бринелля	1
Лабораторная работа	штангенциркули	4
Лекция	проектор - персональный компьютер	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе