

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

« 12 » марта 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Теория механического поведения материалов
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: _____ 324 (9)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

(код и наименование направления)

Направленность: Проектирование конструкций из композиционных материалов

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является получение студентами знаний по механическому поведению материалов, механике сплошных сред и механике разрушения, освоение умений и навыков анализа механических свойств, напряженно-деформированных состояний и условий разрушения конструкционных материалов.

Задачи дисциплины:

- изучение основных закономерностей механического поведения материалов;
- изучение основ механики сплошных сред, включая принципы построения реологических моделей;
- формирование навыков анализа механических свойств конструкционных материалов;
- формирование навыков оценки напряженно-деформированных состояний и условий разрушений.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- основные закономерности механического поведения материалов при квазистатических, циклических, динамических и температурных воздействиях;
- модели механического поведения упругих материалов;
- модели механического поведения пластических материалов;
- модели механического поведения вязкоупругих 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 -1.1	ИД-1ПК-1.1	Знать основные закономерности механического поведения материалов, модели механического поведения материалов и комплекс механических характеристик материалов	Знает основные механические характеристики композиционных материалов и экспериментальные методы их определения; современные методы исследований материалов	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК -1.1	ИД-2ПК-1.1	Уметь проводить испытания по заданным методикам, проводить анализ экспериментальных данных с целью выбора или разработки соответствующих реологических моделей	Умеет подбирать методики лабораторных исследований неметаллических композиционных материалов в соответствии с поставленной задачей и проводить испытания по заданным методикам, обрабатывать и анализировать результаты, в т.ч. статистическими методами	Защита лабораторной работы
ПК -1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеть навыками постановок краевых задач, методиками идентификации параметров математической модели на основе экспериментальных данных	Владеет навыками инженерного сопровождения проведения физико-химических анализов на соответствие качества материалов действующим стандартам, техническим условиям, технологической документации	Отчёт по практическом у занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	3
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	61	35	26
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	12	6	6
- лабораторные работы (ЛР)	18		18
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	191	109	82
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	72	36	36
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	324	180	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
1-й семестр				
Закономерности механического поведения материалов	3	0	13	54
Вопросы экспериментальных исследований и математического моделирования механического поведения материалов. Закономерности процессов деформирования и разрушения материалов при циклических воздействиях. Особенности поведения материалов при динамических воздействиях. Особенности поведения структурно-неоднородных и анизотропных материалов. Микромеханизмы разрушения твердых тел. Температурные и временные зависимости механических свойств.				
Модели деформирования и разрушения материалов	3	0	14	55
Основы механики сплошных сред. Принципы построения реологических моделей. Теория напряженного состояния. Теория деформированного состояния. Теория упругости. Теория пластичности. Теория вязкоупругости. Теория ползучести. Механика закритического деформирования. Механика композитов. Критерии предельных состояний. Модели накопления повреждений. Основы механики разрушения.				
ИТОГО по 1-му семестру	6	0	27	109
3-й семестр				
Принципы прочностного анализа	6	18	0	82
Исследования в области диагностики аварийных ситуаций, прочности и живучести машин и конструкций. Концепции инженерной безопасности. Критерии работоспособности элементов конструкций и закономерности процессов разрушения. Цели и задачи развития научных основ уточненного прочностного анализа. Вопросы методологии прочностного анализа. Характеристики «идеальной» конструкции.				
Тензорные модели накопления повреждений	0	0	0	0
Параметры поврежденности Качанова-Работнова-Ильюшина. Механика поврежденной сплошной среды. Определяющие соотношения и материальные функции деформационной теории поврежденных сред. Модели изменения свойств среды в критических поврежденных состояниях. Использование совокупности критериев разрушения и схемы «редуцирования жесткостей».				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Закономерности и модели процессов структурного разрушения	0	0	0	0
Двухуровневая структурно-феноменологическая модель. Моделирование процессов закритического деформирования и разрушения. Влияние нагружающей системы на разрушение элемента конструкции. Расчет надежности с учетом процесса разрушения. Уточненный расчет деформационного ресурса и живучести системы. Анализ возможности управления процессом разрушения. Генерация и исследование стохастических структур однонаправленных волокнистых композитов. Математическое моделирование процессов накопления повреждений зернистых композитов.				
Механика закритического деформирования	0	0	0	0
Закономерности механического поведения материалов на закритической стадии деформирования. Закритическое деформирование стержневых систем. Стабилизирующая роль жестких нагружающих систем. Учет свойств нагружающих систем, граничные условия контактного типа. Постулат устойчивости с учетом свойств нагружающей системы. Единственность решения краевых задач для тел с зонами разупрочнения. Разрушение как результат потери устойчивости процесса деформирования, нелокальное условие прочности. Условия закритического деформирования элементов структуры композиционных материалов.				
ИТОГО по 3-му семестру	6	18	0	82
ИТОГО по дисциплине	12	18	27	191

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Анализ температурной зависимости механического поведения полимерных материалов.
2	Анализ систем уравнений теории упругости при плоской деформации и плоском напряженном состоянии.
3	Теория пластичности.
4	Теория вязкоупругости.
5	Теория ползучести.
6	Сопоставление скалярных и тензорных моделей накопления повреждений.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Оценка запаса прочности: расчет полей напряжений и деформаций на основе решения краевых задач
2	Оценка запаса прочности: оценка по критерию разрушения
3	Расчет надежности: решение стохастической краевой задачи
4	Анализ живучести и резервов несущей способности: решение краевой задачи механики разрушения
5	Оценка катастрофичности разрушения: решение краевой задачи механики разрушения
6	Оценка катастрофичности разрушения: расчет запаса упругой энергии к моменту потери несущей способности
7	Оценка катастрофичности разрушения: расчет энергоемкости процесса разрушения
8	Анализ способов управления процессом разрушения: обеспечение условий устойчивого протекания диссипативных процессов, необходимых для приспособления материалов к условиям эксплуатации

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
1. Основная литература		
1	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	36
2	Реслер И. Механическое поведение конструкционных материалов : пер. с нем. : учебное пособие / И. Реслер, Х. Хардерс, М. Бекер. - Долгопрудный: Интеллект, 2011.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Безухов Н. И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести : учебник для вузов / Н. И. Безухов. - Москва: Высш. шк., 1968.	42
2	Гольдман А. Я. Прогнозирование деформационно-прочностных свойств полимерных и композиционных материалов / А. Я. Гольдман. - Ленинград: Химия, 1988.	4
3	Матвиенко Ю. Г. Модели и критерии механики разрушения / Ю. Г. Матвиенко. - М.: Физматлит, 2006.	3
4	Методы прикладной вязкоупругости / А. А. Адамов [и др.]. - Екатеринбург: УрО РАН, 2003.	39
5	Упруго-пластические деформации / Авт. предислов. Е.И. Шемякина [и др.]. - Москва: , Логос, 2004. - (Пластичность; Ч. 1).	13
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 - .	
2	Механика композитных материалов : научно-теоретический журнал / Латвийская академия наук; Латвийский университет; Институт механики полимеров. - Рига: Изд-во Латв. ун-та, Ин-т механики полимеров, 1965 - .	
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	Безухов Н. И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести : учебник для втузов / Н. И. Безухов. - Москва: Высш. шк., 1968.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks21590	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/RUPSTUbooks158423	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Реслер И. Механическое поведение конструкционных материалов : пер. с нем. : учебное пособие / И. Реслер, Х. Хардерс, М. Бекер. - Долгопрудный: Интеллект, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks134203	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	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.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/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер	12
Лабораторная работа	Сервогидравлическая двухосевая испытательная система Instron 8850 (100 кН/1000 Нм)	1
Лабораторная работа	Система универсальная сервогидравлическая Instron 8801 (100 кН)	1
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	проектор	1
Практическое занятие	Компьютер	12

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе