

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

« 16 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Механика композиционных материалов** _____
(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 учебной дисциплины – формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков определения эффективных упругих свойств и внутренних напряжений матричных композиционных материалов.

Задачи дисциплины:

- научить выбирать необходимые гипотезы и подходы для определения эффективных свойств упругих композитов.
- научить выполнению необходимых аналитических выкладок с помощью пакетов компьютерной алгебры.
- научить совместному использованию различных разделов механики сплошной среды, тензорного анализа, интегральных преобразований для решения задачи определения эффективных упругих свойств.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- композиционные материалы самого широкого круга;
- микронеоднородные сплошные деформируемые твердые тела;
- методы осреднения, основанные на вариационных принципах, методе эффективного поля (самосогласования), асимптотических методах.

1.3. Входные требования

Теория упругости, вычислительная механика.

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	Знает основные методы и подходы к решению задач определения эффективных модулей и концентрации напряжений механики композиционных материалов.	Знает основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды;	Зачет

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 выделять задачу механики композиционных материалов, определять эффективные модули и концентрацию напряжений в композиционных материалах, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ полученных результатов;	Умеет выделять из рассматриваемой проблемы задачу механики, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели;	Индивидуальное задание
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками решения задач определения эффективных модулей и концентрации напряжений механики композиционных материалов с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды и учетом необходимых гипотез, а также выполнения качественного анализа результатов.	Владеет навыками построения математических моделей рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды с учетом необходимых гипотез, а также выполнять качественный анализ математической модели.	Индивидуальное задание
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает современные и эффективные численные методы, алгоритмические языки, пакеты прикладных программ, средств представления результатов для численного решения задач механики композиционных материалов.	Знает современные и эффективные численные методы, алгоритмические языки, пакеты прикладных программ, средств представления результатов для численного решения задач механики;	Индивидуальное задание
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет осуществлять постановку и решение задач механики композиционных материалов в современных конечно-элементных комплексах с использованием различных численных и теоретических подходов.	Умеет осуществлять численное решение задачи механики с использованием современных эффективных методов и средств, в том числе численных методов, алгоритмических языков, пакетов прикладных	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			программ, средств представления результатов, выполнять качественный анализ результатов расчета;	
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками численного решения задач механики композиционных материалов с использованием современных эффективных методов и средств, а также выполнять качественный анализ результатов расчета.	Владеет навыками численного решения задач механики с использованием современных эффективных методов и средств, а также выполнять качественный анализ результатов расчета.	Индивидуальное задание

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- 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

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Классификация композиционных материалов. Упругое поведение волоконно-армированных композитов.	4	0	4	18
1. Характерные свойства композитов. Преимущества и недостатки композиционных материалов. Виды композиционных материалов и их классификация. Примеры использования композитов. 2. Анизотропная структура материалов и определяющие соотношения для нее. Виды анизотропии материалов. Операции преобразования.				
Модели разрушения слоистых композитов	4	0	4	18
3. Механизмы разрушения компонентов микроструктуры слоистых композитов. Разрушение композитов на макромасштабе и связь масштабов. 4. Критерии начала разрушения в композитах. Модели накопления повреждений и прогрессирующего разрушения.				
Эффективные упругие свойства неоднородных сред	6	0	6	18
5. Гомогенизация и локализация. Тензор концентрации. Теория среднего поля. Тензор Эшелби. 6. Методы эффективного поля. Методы Мори-Танака и Понте-Уиллиса. Метод Канауна-Левина. 7. Вариационные методы. Вилки Фойгта-Рейсса-Хилла. Вилка Хашина-Штрикмана. Многоточечные вилки.				
Многоточечные методы в механике композитов	4	0	2	18
8. Пертурбационный подход. Флуктуации полей. Функция Грина. Разложение в ряд Крёнера. 9. Сравнение результатов для разных типов материалов.				
ИТОГО по 2-му семестру	18	0	16	72
ИТОГО по дисциплине	18	0	16	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Анизотропия упругих свойств. Операции преобразования.
2	Моделирование слоистых композитов с помощью оболочечных и трехмерных конечных элементов.
3	Моделирование накопления повреждений и разрушения композитов.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
4	Расчет эффективных свойств при помощи методов эффективного поля.
5	Моделирование случайных сред.

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. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции и групповые дискуссии.

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 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	Кристенсен Р. М. Введение в механику композитов : пер. с англ. / Р. М. Кристенсен. - Москва: Мир, 1982.	9
2	Победря Б.Е. Механика композиционных материалов : учебное пособие для вузов / Б.Е. Победря. - Москва: Изд-во МГУ, 1984.	9
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Черепанов Г.П. Механика разрушения композиционных материалов / Г.П. Черепанов. - Москва: Наука, 1983.	5
2	Шермергор Т. Д. Теория упругости микронеоднородных сред / Т. Д. Шермергор. - Москва: Наука, 1977.	8

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	Паньков А. А. Методы самосогласования механики композитов / А.А. Паньков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks130786	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
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ABAQUS (Лиц. 44UPSTUCLUS)

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 Wiley Journals	http://onlinelibrary.wiley.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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
Лекция	Парты, стол преподавателя, доска, компьютер, проектор, экран, сеть Internet	1
Практическое занятие	Парты, стол преподавателя, доска, сервер, локальная сеть, компьютер преподавателя, проектор, экран, сеть Internet	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
