

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 13 » сентября 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Механика оболочек _____
(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 – обучить студентов выводить основные уравнения теории упругих оболочек и решать задачи теории оболочек, дать представление о различных вариантах теории оболочек, об обобщенной теории симметрии тензорных величин и ее использовании при определении структуры тензоров жесткости, а также о теории размерностей и ее применении в теории оболочек.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Уравнения теории упругих оболочек, задачи механики упругих оболочек, симметрии тензора жесткости материала оболочек, теория размерностей в теории оболочек

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	Знает основные методы и подходы к построению математических моделей равновесия упругих анизотропных оболочек с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды.	Знает основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды;	Зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет выводить уравнения равновесия упругих анизотропных оболочек на основе принимаемых статических и кинематических гипотез и принципов механики и ставить краевые задачи механики оболочек.	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;	Коллоквиум

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-3ПК-1.1	Владеет навыками решения краевых задач равновесия упругих анизотропных оболочек с применением аналитических, асимптотических и численных методов.	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.	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	25	25	
- 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)	63	63	
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
4-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Вывод уравнений динамики упругих оболочек	4	4	0	10
Геометрия упругой оболочки. Кинематика упругой оболочки. Динамические структуры оболочки: количество движения, кинетический момент и кинетическая энергия. Поверхностная плотность и тензоры инерции оболочки. Тензоры силовых и моментных напряжений. Уравнения динамики оболочки.				
Вывод соотношений упругости, определение тензоров жесткости	6	4	0	16
Уравнение баланса энергии. Тензоры деформации. Соотношения Коши-Грина. Обобщенная теория симметрии тензорных величин. Определение структуры тензоров жесткости. Основы теории размерности и ее применение для определения зависимости тензоров жесткости от размерных величин. Соотношения между перемещениями и напряжениями в теории оболочек и в трехмерной теории упругости. Определение упругих модулей путем сравнения с трехмерной теорией.				
Обсуждение различных вариантов теории оболочек	4	4	0	20
Теория оболочек 12-го порядка. Нанооболочки. Теория оболочек 10-го порядка. Классическая теория оболочек Кирхгофа-Лява. Теория пластин Рейсснера и классическая теория пластин Кирхгофа.				
Решение простейших задач теории оболочек и теории пластин	4	13	0	17
Решение задач динамики пластин. Решение задач о статическом деформировании цилиндрических оболочек. Решение задач о статическом деформировании сферической оболочки.				
ИТОГО по 4-му семестру	18	25	0	63
ИТОГО по дисциплине	18	25	0	63

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Криволинейные координаты. Неортогональный базис. Взаимный базис.
2	Цилиндрическая и сферическая системы координат. Дифференцирование базисных векторов. Оператор градиента.
3	Криволинейные координаты на поверхности оболочки. Метрические тензоры.
4	Вычисление тензоров инерции оболочек из однородного материала.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
5	Дифференцирование скалярной функции по векторному и тензорному аргументам.
6	Теория симметрии полярных и аксиальных тензорных величин.
7	Теория симметрии n-ориентированных тензорных величин.
8	Решение задач динамики пластин.
9	Решение задач о статическом деформировании цилиндрических оболочек.
10	Решение задач о статическом деформировании сферической оболочки.

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	Гольденвейзер А. Л. Теория упругих тонких оболочек. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Наука, 1976. 512 с.	3
2	Жилин П.А. Прикладная механика. Основы теории оболочек : учебное пособие. Санкт-Петербург : Изд-во СПбГПУ, 2006. 166 с.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Кабриц С.А., Михайловский Е.И., Товстик П.Е. Общая нелинейная теория упругих оболочек. Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУ, 2002. 386 с.	1
2	Новожилов В. В., Черных К. Ф., Михайловский Е. И. Линейная теория тонких оболочек : монография. Ленинград : Политехника, 1991. 656 с.	10
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)
Основная литература	Горшков, А. А., Астахова, А. Я., Цыбин, Н. Ю. Основы теории упругих тонких оболочек. Москва : Московский государственный строительный университет, Аи? Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016	https://elib.pstu.ru/Record/ipr49872	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 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц.L3263-7820*)

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/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Мультимедийный компьютерный класс 212Г: Парты, стол преподавателя, доска, программно-аппаратный комплекс для организации удаленного доступа к вычислительным ресурсам и ПО QForm высокопроизводительного вычислительного комплекса ПГТУ для реализации образовательных программ по ПНР НИУ. Состав: Системный блок AquariusEltE50 S67, IntelDQ57TML, IntelCorei7-860, SamsungDDRIII SDRAMPC3-10600, HDD 750 GbSATA-II 300 WesternDigital, DVD+/-RWSamsungSH-S223C, PCI-512MATIRadeonHD5670 GDDR3 VGA+DVI+HDMI, Мышь AquariusMouseOptical 2 keyScroll, Клавиатура AquariusKeyboard 104г/л, Монитор Samsung P2350(KUV) - 10 шт, проектор BengProjector BP6210, киноэкран	1
Лекция	Мультимедийная учебная аудитория 205Г: парты, стол преподавателя, доска, мультимедийный комплекс	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе