

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: Волны в деформируемых средах
(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

Формирование представлений о значимости волновых процессов в деформируемых средах, навыков составления уравнений волновых процессов и опыта их решения и интерпретации результатов, область применения базовых волновых моделей и асимптотических методов их исследования.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Волновые процессы в деформируемых твердых телах, базовые модели распространения волн в деформируемых твердых телах, дисперсионные соотношения, фазовая скорость, уравнение Клейна - Гордона, асимптотические методы исследования волновых уравнений, собственные колебания струны на упругом основании с инерционными включениями, подходы к решению нестационарных задач о волнах, волны в цепочке (дискретное описание), акустические среды, волны в акустических средах, классические контактные задачи акустической среды и тела, динамическая функция Грина, фундаментальное решение уравнения Клейна-Гордона, метод предельного поглощения, особенности спектральных задач Клейна-Гордона с включениями, акустические волны в полупространстве, проблема существования поверхностных волн, уточненные уравнения акустики с учетом сил тяжести.

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 распространения волн в деформируемых телах	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	Умеет выделять из рассматриваемой проблемы задачу распространения волн в деформируемом теле, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять дисперсионный и качественный анализ математической модели	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
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками построения математических моделей распространения волн в деформируемых телах и их качественного анализа	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
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знает основные подходы к планированию и осуществлению экспериментальных исследований распространения волн в деформируемых телах	Знает основные подходы к планированию и осуществлению экспериментальных исследований, современные методы, средства и стандарты проведения экспериментов;	Зачет
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Умеет выполнять экспериментальное подтверждение расчета волновых задач в деформируемых телах.	Умеет выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, в том числе планирование и осуществление необходимых испытаний, проектирование и подготовку технической	Коллоквиум

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			документации на изготовление образцов и оснастки, обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов;	
ПК-1.3	ИД-ЗПК-1.3	Владеет навыками экспериментального подтверждения расчета волновых задач в деформируемых телах.	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.	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)	25	25	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- 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				
Общий вид уравнения Клейна-Гордона	8	6	0	21
Уравнение Клейна-Гордона. Два подхода к решению нестационарных задач о волнах.				
Волны в акустических средах	8	6	0	21
Волны в цепочке. Дискретное описание. Волны в акустических средах. Две классические контактные задачи акустической среды и тела.				
Динамическая функция Грина. Особенности спектральных задач Клейна -Гордона	9	6	0	21
Метод предельного поглощения. Задача Клейна-Гордона с включением. Акустические волны в полупространстве.				
ИТОГО по 4-му семестру	25	18	0	63
ИТОГО по дисциплине	25	18	0	63

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Вывод уравнения Клейна-Гордона. Построение обобщенного решения.
2	Прямой (волновой) метод и разложение по собственным формам движения.
3	Построение системы уравнений движения точечных масс и вывод волнового уравнения.
4	Вывод и анализ трех уравнений движения для акустической среды.
5	Задача о взаимодействии поршня и идеального газа. Цилиндрическая оболочка, подверженная всестороннему сжатию.
6	Описание метода предельного поглощения на примере движения струны на упругом основании.
7	Особенности решения уравнения Клейна-Гордона с включением. Особенности спектральных задач Клейна-Гордона с включением.
8	Проблема существования поверхностных волн. Уточнение уравнения акустики с учетом сил тяжести.

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	Локализация линейных волн / Индейцев Д.А., Кузнецов Н.Г., Мотыгин О.в., Мочалова Ю.А. М. : Изд-во СПбУ, 2007. 342 с.	1
2	Сагомоян А. Я. Волны напряжения в сплошных средах : учебное пособие для вузов. Москва : Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 1985. 416 с.	11
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Вильде М. В., Каплунов Ю. Д., Коссович Л. Ю. Краевые и интерфейсные резонансные явления в упругих телах : монография. Москва : Физматлит, 2010. 280 с. 17,5 усл. печ. л.	1
2	Пальмов В. А. Колебания упруго-пластических тел. М. : Наука, 1976. 328 с.	3
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	Пухов А.А. Лекции по колебаниям и волнам : учеб. пособие. В двух частях. Ч. 2. Волны / А. А. Пухов. – Москва : МФТИ, 2019.– 206 с	https://mipt.ru/dppe/files/%D0%9F%D1%83%D1%85%D0%BE%D0%B2%20%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B0%D0%BC.pdf	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	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

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/
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 аудиторная, 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 104r/l, 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