

Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт механики сплошных сред
Уральского отделения
Российской академии наук



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Волновые задачи теории упругости»
(наименование дисциплины по учебному плану)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление 01.06.01 «Математика и механика»
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры Механика деформируемого твердого тела

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Курс: 2. Семестр: 4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 1 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 36 ч

Виды контроля:

Экзамен: - нет Диф.зачёт: - 1 Курсовой проект: - нет Курсовая работа: - нет

Пермь 2015

Учебно-методический комплекс дисциплины
«Волновые задачи теории упругости»
(полное наименование дисциплины)

разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «25» августа 2014 г. номер приказа «866» по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Механика деформируемого твёрдого тела», утверждённой «10» 09 2015 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Механика деформируемого твёрдого тела», утверждённой «10» 09 2015 г.

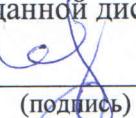
Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин

1. Введение в физические теории пластичности
2. Теория упругости. Теория пластичности. Теория ползучести.

участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

д.ф.-м.н.
(учёная степень, звание)


(подпись)

Шардаков И.Н.
(инициалы, фамилия)

Рецензент

д.ф.-м. н.
(учёная степень, звание)


(подпись)

Плехов О.А.
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учёным советом ИМСС УрО РАН
«10» 09 2015 г., протокол №6-15.

1. Общие положения

1.1. Цель учебной дисциплины - формирование системы знаний и современных представлений о математическом моделировании волновых процессов в деформируемых твердых телах в рамках теории упругости.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие компетенции:

- способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела (ПК-1);
- способность проводить моделирование технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения (ПК-4).

1.2. Задачи учебной дисциплины:

изучение:

- представления о корректных математических постановках задач о деформационных динамических явлениях в твердых телах в рамках теории упругости, позволяющих описывать особенности протекания волновых процессов;
- представления о современном уровне эксперимента в этой области, позволяющем изучение механизмов развития повреждений на различных масштабных уровнях в широком диапазоне интенсивностей воздействий поведения;

формирование умения и формирование навыков:

- овладение аналитическими и численными методами и подходами решения краевых математических задач описывающих волновые процессы в твердых телах;
- формирование устойчивых навыков анализа характерных особенностей волновых процессов на основе получаемых решений.

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- основные понятия и определения физики твердого тела в целом и теории упругости в особенности;
- физико-механические основы и физические механизмы, ответственные за упругое деформирование металлов и сплавов;
- классификация волновых задач теории упругости.

1.4. Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина «Волновые задачи теории упругости» относится к *вариативной* части блока 1 и является *дисциплиной по выбору аспирантов* при освоении ООП ВО по направлению подготовки 01.06.01 – «Математика и механика», направленность «01.02.04 – механика деформируемого твердого тела».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить следующие компетенции и демонстрировать следующие результаты:

• знать:

- методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики деформируемого твёрдого тела (основные со-

временные теории процессов деформирования и разрушения, взаимодействия структуры материала и внешних полей различной природы и интенсивности, методы описания процессов деформирования, фазовых и структурно-кинетических переходов в материале);

- современные методы моделирования технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения.

уметь:

- ставить задачу и применять современные методы (численные, аналитические, экспериментальные) для решения задач в области механики деформируемого твёрдого тела с учётом эволюции структуры материала и внешних воздействий различной природы и интенсивности;
- ставить задачу и проводить анализ технологических проблем деформирования и разрушения, прогнозировать особенности возникновения и распространения трещин в конструкционных материалах.

Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по высшей математике, уравнениям математической физики, вариационному исчислению, общие положения теории упругости в объёме программы высшего профессионального образования.

Связь с последующими дисциплинами

Знания и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы при работе над и при написании диссертации по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-1, ПК-4.

2.1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции Способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела
Код ПК-1.Б1.В.03.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность ставить и решать задачи о деформационных динамических явлениях в твердых телах в рамках теории упругости, позволяющие описывать особенности протекания волновых процессов.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
----------------------	---------------------	-----------------

<p>В результате освоения компетенции студент:</p> <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики деформируемого твёрдого тела (основные современные теории процессов деформирования и разрушения, взаимодействия структуры материала и внешних полей различной природы и интенсивности, методы описания процессов деформирования, фазовых и структурно-кинетических переходов в материале) (Код З ПК-1); 	<p>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ставить задачу и применять современные методы (численные, аналитические, экспериментальные) для решения задач в области механики деформируемого твёрдого тела с учётом эволюции структуры материала и внешних воздействий различной природы и интенсивности (Код У ПК-1); 	<p>Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям), ведение текущей научно-исследовательской работы</p>	<p>Выполнение индивидуального плана аспирантов, в части публикаций и участия в конференциях</p>

2.2. Дисциплинарная карта компетенции ПК-4

Код ПК-4	Формулировка компетенции
	<p>Способность проводить моделирование технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения</p>

Код ПК-4.Б1.В.03.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	<p>Способность проводить моделирование волновых процессов, протекающих при деформировании материалов, и анализировать характерные особенности волновых процессов на основе получаемых решений.</p>

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенции студент:</p> <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы моделирования технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения (Код З ПК-4); 	<p>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.</p>

Умеет:	- ставить задачу и проводить анализ технологических проблем деформирования и разрушения, прогнозировать особенности возникновения и распространения трещин в конструкционных материалах (Код У ПК-4).	Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям), ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов, в части публикаций и участия в конференциях. Дифференцированный зачёт для итогового контроля.
---------------	--	--	--

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		по семестрам	всего
1	2	3 4	4
1	Аудиторная работа	14	14
	- лекции (Л)	14	14
	- лабораторные работы (ЛР)	-	-
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	18	18
	- изучение теоретического материала	18	18
	- подготовка к лабораторным работам	-	-
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	-	-
4	Итоговая аттестация по дисциплине: дифференцированный зачёт	2	2
5	Трудоёмкость дисциплины, всего: в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	36 1	36 1

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Модульный тематический план

Тематический план по модулям учебной дисциплины

Но- мер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- плины	Номер темы дисци- плины	Количество часов (очная форма обучения)						Трудо- ёмкость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа					итого- вая ат- теста- ция	само- стоя- тель- ная рабо- та	
			всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Vведение	1	1	-	-	-	-	-	1
		1	1	1	-	-	-	-	1	2
		2	2	2	-	-	-	-	2	4
		3	2	2	-	-	-	-	3	5
		4	3	3	-	-	-	-	3	6
		5	2	2	-	-	-	-	3	5
		6	1	1	-	-	-	-	3	4
		7	4	2	-	-	2	-	3	7

	7							
Итого по модулю:	16	14	-	0	2	-	18	34/0,94
Итоговая аттестация	-	-	-	-	-	2	-	2
Всего:	16	14	-	0	2	2	18	36/1

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение.

Л – 1 ч.

Организация учебного процесса. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины..

Модуль 1.

Раздел 1.

Л – 14 ч., КСР – 2 ч., СРС – 18 ч.

Тема 1.

Основные положения, определяющие возможность постановки математической задачи о динамических деформационных процессах в твердых телах в рамках линейной теории упругости. Дифференциальная постановка начально-краевой задачи для изотропного упругого тела. Анализ полученной системы гиперболических уравнений. Волна дилатации, волна сдвига. Плоская волна. Структура решения одномерного волнового уравнения.

Тема 2.

Представление решения в форме Ламе. Случай осесимметричной деформации. Вариационная постановка (принцип виртуальных работ). Закон сохранения энергии. Единственность решения начально-краевой задачи.

Тема 3.

Теорема взаимности. Обобщенная формула Сомильяны. Общая структура применения интегральных преобразований для построения решений. Решение неоднородного волнового уравнения.

Тема 4.

Решение задачи о действии сосредоточенных сил в бесконечном упругом пространстве. Решение задачи о действии подвижной силы на упругое пространство (двумерный случай). Решение задачи о действии подвижной силы на упругое пространство (трехмерный случай).

Тема 5.

Эффекты отражения плоской волны от свободной и закрепленной плоскостей. Поверхностные волны Рэлея. Волны на границе контакта упругого слоя с упругим полупространством (волны Лява). Распространение волн в упругом слое.

Тема 6.

Распространение осесимметричных продольных волн в стежне круглого поперечного сечения. (10.8) Продольные волны в упругой среде с цилиндрической полостью. Плоская задача Лэмба. Осесимметричная задача Лэмба. Сферические волны в бесконечном пространстве со сферической полостью.

Тема 7.

Радиальные цилиндрические волны в бесконечном пространстве с цилиндрической полостью. Волны кручения и изгиба в бесконечном цилиндре.

4.3. Перечень тем практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4. Перечень тем лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.5. Виды самостоятельной работы студентов

Виды самостоятельной работы студентов (ССП)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	изучение теоретического материала	1
2	изучение теоретического материала	2
3	изучение теоретического материала	3
4	изучение теоретического материала	3
5	изучение теоретического материала	3
6	изучение теоретического материала	3
7	изучение теоретического материала	3
	Итого: в ч / в ЗЕ	18/0,5

5. 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.

Участие в научных мероприятиях различного уровня.

№ п/п	Полное название мероприятия
1	Научный семинар ИМСС УрО РАН
2	Зимняя школа по механике сплошных сред, г. Пермь, ИМСС УрО РАН (каждые два года)
3	Всероссийская конференция молодых ученых «Математическое моделирование в естественных науках», г. Пермь, ПНИПУ (ежегодная)
4	Всероссийская конференция молодых ученых «Неравновесные процессы в сплошных средах», г. Пермь, ПГНИУ (ежегодная)
5	Участие в проектах РФФИ

6. Управление и контроль освоения компетенций

6.1. Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме:

- устного опроса.

6.2. Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании разделов дисциплины в следующих формах:

- устного опроса.

6.3. Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Дифференцированный зачёт

Условия проставления зачёта по дисциплине:

- зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и самостоятельной работы.

2) Экзамен

Не предусмотрен.

6.4. Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля			
	ТК	ПК	ЛР	Диф. зачёт
В результате освоения компетенции студент: Знает:				
- методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики деформируемого твёрдого тела (основные современные теории процессов деформирования и разрушения, взаимодействия структуры материала и внешних полей различной природы и интенсивности, методы описания процессов деформирования, фазовых и структурно-кинетических переходов в материале) (ПК-1);	+	+		
- современные методы моделирования технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения (ПК-4).	+	+		
Умеет:				
- ставить задачу и применять современные методы (численные, аналитические, экспериментальные) для решения задач в области механики деформируемого твёрдого тела с учётом эволюции структуры материала и внешних воздействий различной природы и интенсивности (ПК-1);				+

- ставить задачу и проводить анализ технологических проблем деформирования и разрушения, прогнозировать особенности возникновения и распространения трещин в конструкционных материалах (ПК-4).					+
---	--	--	--	--	---

ТК – текущий контроль в форме устного опроса по темам (контроль знаний по теме);

ПК – промежуточный контроль в форме устного опроса по модулю (контроль знаний по теме);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка умений и навыков).

7. График учебного процесса по дисциплине

4-й семестр

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого, ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	P1																		
Лекции	1	2	-	2	-	2	-	-	2	-	2	-	-	2	-	2	-	-	14
Лабораторные работы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KCP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
Изучение теоретического материала	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	18
Модуль:	M1																		
Устный опрос																	+		
Дисциплинарный Контроль																	2	диф. зачёт	
Итого за семестр:																			36

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Новацкий В. Теория упругости. М. МИР, 1975 с. 872.	1
2	Maugin G.A. Material inhomogeneities in elasticity. Chapman & Hall:1993, 276 р.	0
3	Гринченко В.Т., Вовк И.В., Мацыпуря В.Т. Основы акустики. Київ, Наукова думка, 2007, 640 с.	0
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		

1	Г.И. Канель, С.В. Разоренов, А.В. Уткин, В.Е. Фортов. Ударно-волновые явления в конденсированных средах. Москва, изд-во "Янус-К", 1996, 407 с.	1
2	Кулеш М.А., Шардаков И.Н. Волновая динамика упругих сред. Перм. ун-т.-Пермь, 2007. -60с.	2
3	Трубецков Д.И. Введение в синергетику. Колебания и волны. М.:URSS : Книжный дом "ЛИБРОКОМ",2011. 378 с.	1

2.2. Периодические издания

2.3. Нормативно-технические издания

2.4. Официальные издания

2.5. Электронные информационно-образовательные ресурсы

1	Полнотекстовая БД диссертаций РГБ	
2	Научная электронная библиотека РИНЦ (Elibrary)	
3	Университетские библиотеки г. Перми ONLINE	
4	Университетская информационная система Россия	

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1.	Лекционная мультимедийная аудитория	ИМСС, корп. А,	ауд.321	72	30
2.	Лекционная мультимедийная аудитория	ИМСС, корп. Б,	ауд.233	72	30

9.2. Основное учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории		
			2	3	4	5
1	Компьютеры	10	оперативное управление			220