

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.03 ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ
УПРУГОСТИ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика

Направленность 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.06.01 математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), приказ № 866 от 30 июля 2014 г.

Программу составил(и):

Бабешко В.А., академик РАН д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой математического моделирования



подпись

Рабочая программа дисциплины «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования» утверждена на заседании кафедры математического моделирования

протокол № 12 «20» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой математического моделирования
Бабешко В.А.



подпись

Рабочая программа дисциплины «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования» утверждена на заседании кафедры прикладной математики


протокол № 8 «22» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики
Уртенев М.Х.



подпись

Зав. отделом аспирантуры и докторантуры Звягинцева Н.Ю.



подпись

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Цели изучения дисциплины определены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и соотнесены с общими целями ООП ВО по данному направлению подготовки, профиль 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела, в рамках которого преподается дисциплина.

1.1 Цели изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования» является изучение теории, методов и особенностей исследования динамических задач для сред, обладающих сложными физико-механическими свойствами, а также получение сведений об областях их приложения, необходимых для проведения научно-исследовательской работы и подготовки квалификационной работы.

1.2 Задачи дисциплины

В **задачи** изучения дисциплины входит:

- знакомство с важнейшими положениями теории исследования динамических, в том числе контактных, задач для упругих сред со сложными физико-механическими свойствами;
- описание общих положений теории возникновения изолированных резонансов;
- демонстрация основных методов и приемов исследования задач;
- выработка умений решать сложные задачи в области динамики упругих сред, навыков выбора методов моделирования.

Процесс освоения данной дисциплины направлен на получения необходимого объема знаний, умений и навыков, отвечающих требованиям ФГОС ВО и обеспечивающих успешное проведение аспирантом профессиональной деятельности, владение методологией формулирования, исследования и решения теоретических и прикладных задач.

1.3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования» относится к вариативной части учебного плана подготовки аспиранта, базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования.

Имеется логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП ВО. Дисциплина «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования» связана с дисциплинами базовой части и другими

дисциплинами вариативной части. Данный курс тесно связан с курсами: «Механика сплошной среды», «Механика деформируемого твердого тела», «Механика смарт материалов и структур», «Факторизационные методы и их приложения». В соответствии с учебным планом, занятия по данной дисциплине проводятся на четвертом году обучения для очной формы и на пятом – для заочной формы обучения.

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

Для усвоения дисциплины обучающийся должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой и навыками владения современными вычислительными средствами, языками программирования и пакетами компьютерной поддержки прикладных исследований.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

Для очной формы обучения – 18 лекций, 18 практических, 18 лабораторных и 54 часа самостоятельной работы.

Форма контроля – зачет.

1.4. Компетенции, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины у обучающегося формируется ряд универсальных (УК-5) и профессиональных (ПК-1, ПК-2) компетенций.

1.5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования», должны обладать следующими компетенциями:

Коды компетенций	Название компетенции
УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
ПК-1	способностью к комплексному анализу результатов научно-исследовательских работ и грамотному использованию на практике основных принципов, концепций и методов механики деформируемого твердого тела на уровне современного развития науки, техники и технологий
ПК-2	готовностью к созданию и исследованию новых математических моделей процессов и явлений, постановке профессиональных задач в области научно-исследовательской и практической деятельности, развитию и

Коды компетенций	Название компетенции
	совершенствованию методов их решения на базе современных достижений в области механики деформируемого твердого тела

шифр	Структура компетенции
<i>знать</i>	
УК-5	– содержание процесса целеполагания профессионального развития, его особенности и способы реализации при исследовании динамических задач теории упругости З(УК-5) - 1
ПК-1	– важнейшие положения теории исследования динамических, в том числе контактных, задач для упругих сред З(ПК-1)-1
<i>уметь</i>	
ПК-1	– формулировать динамические задачи теории упругости для сред, обладающих сложными физико-механическими свойствами У(ПК-1)-1
ПК-2	– анализировать и интерпретировать полученные результаты У(ПК-2)-1
<i>владеть</i>	
УК-5	– методами исследования задач динамической теории упругости для однородных и неоднородных линейно-упругих сред и оценки результатов В(УК-5)-1;
ПК-1	– основами теории фундаментальных разделов механики, классическими методами исследования проблем механики В(ПК-1)-1; – общими положениями теории возникновения изолированных резонансов В(ПК-1)-1

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Таблица 2.1.1

Вид работы	Трудоемкость, часов
Общая трудоемкость	108
Аудиторная работа:	54
Лекции (Л)	18
Практические занятия	18
Лабораторные занятия (ЛЗ)	18
Самостоятельная работа:	54
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	–
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	–
Аналитический обзор (Р)	6
Эссе (Э)	–
Самоподготовка	22
Подготовка и сдача экзамена	–

Вид работы	Трудоемкость, часов
Вид итогового контроля	зачет

2.2 Содержание разделов дисциплины

Таблица 2.2.1.

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
1	Термодинамические основы теории упругости	Основные дифференциальные уравнения термоупругости. Температурные напряжения. Материальные константы анизотропного упругого тела. Дифференциальные уравнения, граничные и начальные условия. Плоская волна. Структура одномерного волнового уравнения. Общее решение Ламе. Принцип виртуальных работ. Единственность решения. Принцип Гамильтона. Теорема взаимности. Пространственные задачи. Поверхностные волны Рэлея. Волны Лява. Распространение гармонических термоупругих волн в бесконечном упругом пространстве. Методы интегрирования уравнений термоупругости, вытекающие из теоремы взаимности. Аперiodические задачи термоупругости	Опрос по результатам лабораторной работы	ЮНЦ РАН
2	Общие положения линейной теории термоэлектроупругости	Основные соотношения и уравнения связанных задач термоэлектроупругости. Начальные и граничные условия (механические, тепловые, электрические). Некоторые классы связанных динамических начально-граничных задач (термо- и электроупругие задачи для изотропных и анизотропных сред).	Подготовка и представление реферата	
3	Постановка и методы решения динамических задач теории упругости.	Общая схема решения задач. Матрица Грина упругого полупространства (изотропного, трансверсально-изотропного, термоупругого, электроупругого). Матрица Грина упругого слоя (изотропного, трансверсально-изотропного, термоупругого, электроупругого). Свойства матрицы Грина.	Опрос по результатам лабораторной работы	ЮНЦ РАН
4	Краевые задачи динамики	Методы построения матрицы Грина стратифицированной полуграниченной среды. Матрица	Подготовка и представление аналитического	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
	ческой теории упругости для стратифицированных сред с дефектами.	Грина многослойной среды, жестко сцепленной с недеформируемым основанием. Матрица Грина слоистого полупространства. Вопросы единственности и разрешимости динамических задач для стратифицированной среды. Методы построения матрицы Грина для слоистой среды с системой плоскопараллельных дефектов типа трещин и жестких включений. Теория вирусов вибропрочности.	обзора	
5	Методы решения интегральных уравнений динамических смешанных задач	Методы факторизации функций и матриц-функций. Теоремы единственности решений интегральных уравнений динамических смешанных задач. Свойства интегральных операторов. Метод Винера–Хопфа. Метод факторизации для выпуклых областей. Сведение интегральных уравнений к уравнениям второго рода методом факторизации. Вариационно-разностный метод. Вопросы практической реализации вариационно-разностного метода. Метод фиктивного поглощения в динамических смешанных задачах (метод фиктивного поглощения решения одного интегрального уравнения и систем интегральных уравнений). Дифференциальный метод факторизации в динамических задачах теории упругости. Метод блочного элемента.	Опрос по результатам лабораторной работы	
6	Взаимодействие массивных объектов с полугораниченными упругими средами	Постановка задачи о взаимодействии массивного твердого тела на поверхности упругой среды. Механические, электрические, температурные условия на поверхности среды. Анализ контактных напряжений и усилий, возникающих под осциллирующим штампом. Вибрация массивных штампов на упругом основании. Выбор модели для численного анализа	Подготовка и представление аналитического обзора	
7	Резонансные явления в по-	Общие теоремы о существовании и количестве изолированных резо-	Опрос по результатам лабораторной	ЮНЦ РАН

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
	полуограниченных средах	наносов. Аналитический метод определения изолированных резонансов в системе массивное тело – упругая среда. Резонансные свойства упругой полуограниченной среды при наличии системы массивных штампов. Экранирующие эффекты. Группирование источников. Методы формирования направленного излучения. Основы линеаризованной теории динамического контактного взаимодействия предварительно напряженных электроупругих тел. Условия возникновения резонансных явлений в предварительно напряженных электроупругих средах.	работы	
8	Обратные задачи и методы их решения	Постановки задач, основы общих подходов в теории обратных и некорректных задач. Особенности итерационных схем и методов регуляризации при решении некоторых обратных задач. Схемы построения операторных уравнений с компактными операторами.	Подготовка и представление аналитического обзора	

2.3 Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

Таблица 2.3.1. Разделы дисциплины

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	П	Л	
1	2	3	4	5	6	7
1	Термодинамические основы теории упругости.	10	2	2	2	4
2	Общие положения линейной теории термоэлектроупругости.	10	2	2	–	6
3	Постановка и методы решения динамических задач теории упругости.	10	2	–	2	6
4	Краевые задачи динамической теории упругости для стратифицированных сред.	16	4	2	6	6
5	Методы решения интегральных уравнений дина-	16	2	4	4	6

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	П	Л	
1	2	3	4	5	6	7
	мических смешанных задач					
6	Взаимодействие массивных объектов с полугораниченными упругими средами	12	2	2	2	6
7	Резонансные явления в полугораниченных средах	16	2	4	2	8
8	Обратные задачи и методы их решения	10	2	2	–	6
Итого:		108	18	18	18	54

2.3.1 Занятия лекционного типа

Раздел 1. Основные дифференциальные уравнения термоупругости. Материальные константы анизотропного упругого тела. Дифференциальные уравнения, граничные и начальные условия. Методы интегрирования уравнений термоупругости. (2 ч.).

Раздел 2. Основные соотношения и уравнения связанных задач термоэлектроупругости. Начальные и граничные условия (механические, тепловые, электрические). (2 ч.).

Раздел 3. Общая схема решения задач для установившихся колебаний. Матрица Грина упругого полупространства. Матрица Грина упругого слоя (изотропного, трансверсально-изотропного, термоупругого, электроупругого, термоэлектроупругого). Свойства матрицы Грина. (2 ч.).

Раздел 4. Методы построения матрицы Грина стратифицированной полугораниченной среды. Вопросы единственности и разрешимости динамических задач для стратифицированной среды. Вирусы вибропрочности. (2 ч.). Методы построения матрицы Грина для слоистой среды с системой плоскопараллельных дефектов типа трещин и жестких включений (2 ч.).

Раздел 5. Свойства интегральных операторов динамических задач. Метод Винера – Хопфа. Дифференциальный метод факторизации в динамических задачах теории упругости. Метод блочного элемента (2 ч.).

Раздел 6. Гармонические колебания массивного тела на поверхности упругой среды. Постановка задач. Общие теоремы о существовании и количестве изолированных резонансов. Аналитический метод определения изолированных резонансов в системе массивное тело – упругая среда. Резонансные свойства упругой полугораниченной среды при наличии системы массивных штампов. Группирование источников. Методы формирования направленного излучения. (2 ч.).

Раздел 7. Общие теоремы о существовании и количестве изолированных резонансов. Аналитический метод определения изолированных резонансов в системе массивное тело – упругая среда. Резонансные свойства упругой полугораниченной среды при наличии системы массивных штампов. (2 ч.).

Основы линеаризованной теории динамического контактного взаимодействия предварительно напряженных электроупругих тел. (2 ч.).

Раздел 8. Постановки задач, основы общих подходов в теории обратных и некорректных задач. Особенности итерационных схем и методов регуляризации при решении некоторых обратных задач. (2 ч.).

2.3.2 Занятия семинарского типа

Раздел 1. Плоская волна. Структура одномерного волнового уравнения. Общее решение Ламе. Пространственные задачи. Поверхностные волны Рэлея. Волны Лява. (2 ч.).

Раздел 2. Динамические задачи теории упругости. Температурные задачи теории упругости. Уравнения термоупругости. (2 ч.).

Раздел 4. Матрица Грина многослойной среды, жестко сцепленной с недеформируемым основанием. Матрица Грина слоистого полупространства. (2 ч.).

Раздел 5. Методы факторизации функций и матриц-функций. Теоремы единственности решений интегральных уравнений динамических смешанных задач. (2 ч.). Метод факторизации для выпуклых областей. Сведение интегральных уравнений к уравнениям второго рода методом факторизации. (2 ч.).

Раздел 6. Основные уравнения для системы массивных тел. Анализ контактных напряжений и усилий, возникающих под осциллирующим штампом. (2 ч.).

Раздел 7. Передача колебаний через упругое основание. Экранирующие эффекты. Группирование источников. Методы формирования направленного излучения (2 ч.).

Раздел 8. Схемы построения операторных уравнений с компактными операторами. (2 ч.).

На семинаре также представляется и обсуждается аналитический обзор.

2.3.3 Лабораторные работы

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Распространение гармонических термоупругих волн в бесконечном упругом пространстве.
2	3	Двумерные задачи для осциллирующего источника и источника возмущений, движущегося с постоянной скоростью по поверхности упругой полосы.
3,4,5	4	Построение матрицы Грина для двухслойной термоупругой среды. Построение матрицы Грина для двухслойной среды с трещиной (включением). Плоская и антиплоская задачи
6,7	5	Метод фиктивного поглощения уравнения плоской контактной задачи. Метод блочного элемента для

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
		плоских задач.
8	6	Задача о вибрации массивного штампа на упругом слое. Плоская и антиплоская задачи.
9	7	Задача о вибрации двух источников на упругом слое. Плоская и антиплоская задачи.

Тематика лабораторных работ направлена на приобретение навыков построения моделей и освоение методов решения задач динамической теории упругости с использованием математических пакетов, языков и сред программирования.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Целью самостоятельной работы является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Содержание приведенной основной и дополнительной литературы позволяет охватить широкий круг задач и методов механики деформируемого твердого тела.

2.4.1 Содержание самостоятельной работы

Раздел 1. Принцип виртуальных работ. Единственность решения. Принцип Гамильтона. Теорема взаимности. Аперiodические задачи термоупругости.

Раздел 2. Связанные динамических начально-граничные задач (термо- и электроупругие задачи для изотропных и анизотропных сред).

Раздел 3. Методы построения матриц Грина для полуорганических термо- и электроупругих сред. Свойства матрицы Грина.

Раздел 4. Методы построения матрицы Грина стратифицированной полуограниченной среды.

Раздел 5. Вариационно-разностный метод. Вопросы практической реализации вариационно-разностного метода. Метод фиктивного поглощения в динамических смешанных задачах.

Раздел 6. Вибрация массивных штампов на упругом основании. Выбор модели для численного анализа.

Раздел 7. Условия возникновения резонансных явлений в предварительно напряженных электроупругих средах.

Раздел 8. Обратные и некорректные задачи теории упругости.

2.4.2. Перечень вопросов для самоподготовки

1. Постановки динамических задач теории упругости.
2. Материальные константы анизотропного упругого тела.

3. Начальные и граничные условия (механические, тепловые, электрические).
4. Продольные и поперечные плоские волны.
5. Поверхностные волны Релея.
6. Общая схема метода решения задач для установившихся колебаниях упругого полупространства.
7. Свойства матрицы Грина упругого полупространства.
8. Свойства матрицы Грина упругого слоя.
9. Условия излучения Зоммерфельда. Теорема существования и единственности решения динамических задач теории упругости.
10. Классификация вирусов вибропрочности.
11. Общая схема построения матрицы Грина слоистой среды.
12. Общая схема построения матрицы Грина слоистой среды с плоско-параллельными дефектами.
13. Факторизация функций в виде суммы.
14. Факторизация функций в виде произведения.
15. Общая схема метода Винера–Хопфа.
16. Алгоритм дифференциального метода факторизации.
17. Общая схема метода фиктивного поглощения.
18. Постановка задачи о взаимодействии массивного твердого тела на поверхности упругой среды.
19. Теоремы о существовании изолированных резонансов.
20. Постановка обратных задач.

Аспирант должен выполнить объем самостоятельной работы, предусмотренный рабочим учебным планом, максимально используя возможности индивидуального, творческого и научного потенциала для освоения образовательной программы в целом. Самостоятельная работа должна нацеливать аспирантов на получение навыков самостоятельной научной работы, обработки научной информации и носить поисковый характер, нацеливая аспирантов на самостоятельный выбор способов выполнения работы, на развитие у них навыков творческого мышления, инновационных методов решения поставленных задач.

При проведении самостоятельной работы для решения и исследования задач механики сплошной среды могут применяться математические пакеты Matlab и/или Maple.

3. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся при освоению курса «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования» предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами), используются

инновационные образовательные технологии при сочетании аудиторной работы с внеаудиторной. Такими технологиями являются:

- лекционная система обучения (проблемная лекция, лекция диалог с элементами группового взаимодействия);
- информационно-коммуникационные технологии (постановка и выполнение компьютерных экспериментов);
- проектные методы обучения (презентации, командная работа);
- исследовательские методы в обучении (аналитический семинар)
- проблемное обучение (круглый стол, дискуссия).

На практических занятиях часть решаемых задач носит проблемный характер, имеет научное значение и допускает проведение занятий в виде научных семинаров и дискуссий

Используемые образовательные технологии и методы должны быть направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активацию и реализацию личностного потенциала. Необходимо предусмотреть использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

При реализации программы дисциплины «Механика деформируемого твердого тела», с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Примерные темы обзоров

4.1.1. Примерные темы обзоров (раздел 4)

1. Экспериментально-вычислительные методы исследования динамического поведения слоистых композитов
2. Аналитические методы исследования динамического поведения слоистых материалов.
3. Исследование свойств матрицы Грина слоистой среды с плоскими дефектами типа трещин и жесткий включений.
4. Аналитические методы исследования динамических задач для сред с покрытиями.
5. Применение факторизационных методов в теории вирусов вибропрочности.

4.1.2. Примерные темы обзоров (раздел 6)

1. Исследование взаимодействия системы штампов с упругой анизотропной средой.
2. Исследование резонансных явлений в термо- и электроупругих средах.

3. Резонансные явления в предварительно напряженных электроупругих средах.
4. Явление высокочастотного резонанса в полугораниченных средах с неоднородностями.
5. Методы формирования направленного излучения в стратифицированной упругой среде.

4.1.3. Примерные темы обзоров (раздел 8)

1. Коэффициентные обратные задачи в механике деформируемого твердого тела.
2. Интегральные уравнения обратных коэффициентных задачах теории упругости и методы их решения.
3. Методы и подходы к решению граничных обратных задач для конечных тел.
4. Геометрические обратные задачи в теории упругости.
5. Методы определения конфигурации трещины в анизотропной среде.
6. Современные методы и результаты нелинейной механики разрушения.
7. Достижения в области решения обратных задач механики разрушения.

4.2 Примерные темы рефератов

1. Методы построения фундаментального решения задач электроупругости для стратифицированных упругих полугораниченных сред.
2. Методы решения интегральных уравнений смешанных термоупругих задач.
3. Применение численных методов в решении динамических задач термоэлектроупругости.
4. Интегральные преобразования в нестационарных задачах теории термоэлектроупругости.
5. Решение краевых задач для тел различной конфигурации и структуры при механических, электромагнитных, и тепловых и прочих воздействиях, в том числе применительно к объектам новой техники.

4.3 Перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Основные дифференциальные уравнения термоупругости. Начальные и граничные условия.
2. Постановка краевых задач динамической теории упругости для стратифицированных сред.
3. Постановка краевых задач динамической теории упругости для электроупругой среды.
4. Основные соотношения и уравнения связанных задач термоэлектроупругости.
5. Факторизация функций в виде суммы и произведения. Метод Винера–Хопфа.
6. Методы интегрирования уравнений термоупругости.
7. Постановка задачи о взаимодействии массивного твердого тела на

поверхности упругой среды. Механические, электрические, температурные условия на поверхности среды.

8. Построение матрицы-символа Грина для изотропного тела. Свойства матрицы Грина.

9. Условия излучения. Принцип предельного поглощения.

10. Сведение систем интегральных уравнений к уравнениям второго рода методом факторизации

11. Интегральные уравнения динамической задачи для полуограниченной среды.

12. Свойства интегральных операторов динамических контактных задач.

13. Схема метода фиктивного поглощения решения одного интегрального уравнения.

14. Дифференциальный метод факторизации. Метод блочного элемента.

15. Вариационно-разностный метод решения интегральных уравнений смешанных динамических задач.

16. Особенности итерационных схем и методов регуляризации при решении некоторых обратных задач.

17. Построение матрицы Грина стратифицированной полуограниченной среды.

18. Анализ контактных напряжений и усилий, возникающих под осциллирующим штампом

19. Метод определения изолированных резонансов в системе массивное тело – упругая среда.

20. Экранирующие эффекты. Группирование источников.

5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная литература

1. Бабешко В.А., Евдокимова О.В., Бабешко О.М. Блочные элементы для тел различной формы. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2013. 63 с.

2. Ватульян А. О., Беляк О. А., Сухов Д. Ю., Явруян О. В. Обратные и некорректные задачи. Ростов-н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2011, 232 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241078>.

3. Хлуднев А.М. Задачи теории упругости в негладких областях. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 251 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59560>.

5.2 Дополнительная литература

1. Численное решение динамических задач упругопластического деформирования твердых тел / Г.В. Иванов, Ю.М. Волчков, И.О. Богульский и др. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2006. 349 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57178>

2. Бабешко В.А., Глушков Е.В., Зинченко Ж.Ф. Динамика неоднородных

линейно-упругих сред. М.: Наука, 1989. 344 с.

3. Бабешко В.А. Обобщенный метод факторизации в пространственных динамических смешанных задачах теории упругости. М.: Наука, 1984.

4. Ворович И.И., Александров В.М., Бабешко В.А. Неклассические смешанные задачи теории упругости. М.: Наука, 1974. 456 с.

5. Ворович И.И., Бабешко В.А., Пряхина О.Д. Динамика массивных тел и резонансные явления в деформируемых средах. М.: Научный мир, 1999. 246 с.

6. Ишлинский А.Ю. Математическая теория пластичности. М.: Физматлит, 2003. 701 с.

7. Калинин В.В., Белянкова Т.И. Динамика поверхности неоднородных сред. М.: Физматлит, 2009. 312 с. + [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59548>.

8. Карпман, В.И. Нелинейные волны в диспергирующих средах. М.: Наука, 1973. 176 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468188>.

9. Механика контактных взаимодействий / С.М. Айзикович, В.М. Александров и др.; под ред. И.И. Воровича и В.М. Александрова. М.: Физматлит, 2001. 671 с.

10. Прикладная теория пластичности / К.М. Иванов, Н.И. Нестеров, Д.В. Усманов и др. СПб: Политехника, 2011. 378 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=124322>.

5.3 Периодические издания:

1. Вестник Московского университета. Серия 1. Математика и механика. М.: Изд-во МГУ, ISSN 0579-9368.
2. Доклады академии наук. Серии: Математика, Физика. М.: Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук. Издательство "Наука", ISSN 0869-5652.
3. Известия РАН. Механика твердого тела. Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук. Издательство "Наука", ISSN 0572–3299.
4. Прикладная математика и механика. М.: Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук Издательство "Наука", ISSN 0032–8235.
5. Экологический вестник ЧЭС, ISSN 1729–5459.
6. Journal of Applied Mechanics, ISSN 0021–8936.
7. Journal of Elasticity, ISSN 0374–3535.
8. Journal of Mechanics, ISSN 1727–7191.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

<http://www.math.msu.su/department/uprug/courses.htm#mtu>

<http://biblioteka.cc/index.php?newsid=90594>

<http://e.lanbook.com/>

<http://znanium.com/>

<http://www.biblioclub.ru>

<http://eqworld.impnet.ru/ru/library/mechanics/silid.htm>

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.scopus.com/>

<http://www.nature.com/siteindex/index.html>

<http://www.scirus.com>

<http://www.elibrary.ru/>

<http://iopscience.iop.org/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В рамках самостоятельной работы аспиранты готовят реферат (раздел 2) и обзор (раздел 5 или 8) по выбранным темам. Каждый обучающийся выполняет работу по одной теме.

Для написания обзора и реферата необходимо подобрать литературу. Общее количество литературных источников, включая тексты из Интернета, (публикации в журналах), должно составлять не менее 10 наименований. Учебники в литературные источники не входят.

Рефераты и обзоры выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают подрисуночными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце работы приводят список использованных источников. При оформлении обзоров и рефератов рекомендуется использовать следующие источники:

1. ГОСТ 7.1 – 2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».
2. ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».
3. ГОСТ Р 7.0.12 – 2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила».
4. ГОСТ 7.9 – 95 (ИСО 214 – 76) «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования».
5. ГОСТ 8.417 – 2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин».

Обзор и реферат должны быть подписан аспирантом с указанием даты ее оформления.

Работы, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненные аспирантом работы определяется на проверку преподавателю в установленные сроки.

Для приобщения обучаемых к поиску и исследовательской работе, для развития их творческого потенциала следует по возможности избегать прямого руководства работой обучающихся при выполнении ими тех или иных заданий, чаще выступать в роли консультанта, эксперта. Предпочтительным является представление обзоров в форме конференции или аналитического семинара.

При подготовке обзоров и рефератов аспирант может использовать научные статьи соответствующей тематики из электронной библиотечной системы eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.
4. Математические пакеты Matlab, Maple

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация курса предполагает наличие минимально необходимого для реализации данной программы перечня материально-технического обеспечения:

№	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Аудитория, для лекционных занятий	Учебная мебель, компьютерная техника, стационарное или переносное мультимедийное оборудование (129, 131, 133, А305, А307, А508, 239А)
2.	Аудитория, для лабораторных занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) компьютерами с лицензионным программным обеспечением и

		выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
3.	Аудитория, для практических занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья), презентационной техникой (аудитории: 129, 131, А305, А307, 239А) или переносным демонстрационным оборудованием (аудитории: 133,147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512, А508, 239А)
4.	Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А504, А506, 239А)
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512, А508), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
6.	Аудитория для самостоятельной работы	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А 504, 102А)