

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики  
Кафедра математического моделирования



ТВЕРЖДАЮ:

Директор по научной работе и  
инновациям

Подпись

Шарафан М.В.

«26» мая 2023г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.3.2 ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

*(наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Научная специальность: 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела  
*(цифр и наименование научной специальности)*

Форма обучения *очная*

Краснодар  
2023

Рабочая программа дисциплины «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования» составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Рабочая программы дисциплины составлена


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

  
\_\_\_\_\_

подпись

Программа утверждена на заседании кафедры математического моделирования  
12 мая 2023 (протокол №12)  
Заведующий кафедрой

Бабешко В.А.  
фамилия, инициалы

  
\_\_\_\_\_

подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры прикладной математики протокол  
№ 10 от «18» мая 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой  
канд. физ.-мат. наук Письменский А.В.

  
\_\_\_\_\_

подпись

Программа обсуждена и одобрена учебно-методической комиссией факультета  
компьютерных технологий и прикладной математики 19 апреля 2023 г. (протокол № 5)

Председатель УМК ФКТиПМ, д-р. техн. наук Коваленко А.В. \_\_\_\_\_

подпись

  
\_\_\_\_\_

## 1. Цель изучения дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования» составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре и соотнесены с общими целями образовательной программы высшего образования – программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по данному направлению подготовки, профиль 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела, в рамках которого преподается дисциплина.

**Целью** «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.

## 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, обеспечивающих успешное проведение аспирантом профессиональной деятельности, владение методологией формулирования, исследования и решения теоретических и прикладных задач.

## 3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования» тела относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» программы аспирантуры.

## 4. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся специальных компетенций (СК)

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
1.	<b>СК-2</b> Способность применять перспективные методы исследования закономерностей и особенностей функционирования механики деформируемого твердого тела в условиях неопределенности и риска	1. Формулирует положения научной новизны диссертации с применением системного подхода к описанию обосновываемых предложений в рамках механики деформируемого твердого тела. 2. Выявляет, анализирует и предлагает пути решения проблем неопределенности и риска в контексте исследований структурных элементов механики деформируемого твердого тела.
2	<b>СК-3</b> Способность использовать результаты современных исследований	Использует результаты исследований для решения проблем механики деформируемого твердого тела.

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
	для целей решения задач механики деформируемого твердого тела.	Применяет результаты современных исследований для решения задач механики деформируемого твердого тела
3	<b>СК-4</b> Способность использовать результаты современных исследований в области механики деформируемого твердого тела для совершенствования методов механики деформируемого твердого тела.	Использует результаты современных исследований для совершенствования методов механики деформируемого твердого тела. Демонстрирует знание особенностей методов в области механики деформируемого твердого тела.

### 5. Структура дисциплины по очной форме обучения.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице:

Вид учебной работы	Всего (часов)	Курс 2 (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		
<b>аудиторная по видам учебных занятий (всего)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>в том числе:</b>		
– лекции	18	18
– практические	18	18
<b>Иная контактная работа:</b>		
Промежуточная аттестация		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	100	100
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	30	30
<i>Подготовка к текущему контролю (</i>	14	14
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>5</b>

Промежуточный контроль по дисциплине – экзамен (3 семестр).

### 6. Содержание дисциплины по очной форме обучения

По итогам изучаемой дисциплины аспиранты (обучающиеся) сдают экзамен. Дисциплина изучается на 2 курсе (3 семестр), по учебному плану очной формы обучения.

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Самостоятельная работа
			Л	П	
1	2	3	4	5	6
1	Термодинамические основы теории упругости.	20	2	2	16
2	Общие положения линейной теории термоэластостатики.	22	2	2	18

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Самостоятельная работа
			Л	П	
1	2	3	4	5	6
3	Постановка и методы решения динамических задач теории упругости.	20	2	–	18
4	Краевые задачи динамической теории упругости для стратифицированных сред.	24	4	2	18
5	Методы решения интегральных уравнений динамических смешанных задач	24	2	4	18
6	Взаимодействие массивных объектов с полуограниченными упругими средами	22	2	2	18
7	Резонансные явления в полуограниченных средах	26	2	4	20
8	Обратные задачи и методы их решения	22	2	2	18
<b>Итого:</b>		<b>180</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>144</b>

Содержание разделов дисциплины

№ 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

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
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 динамической теории упругости для стратифицированных сред с дефектами.	Методы построения матрицы Грина стратифицированной полупространственной среды. Матрица 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.	Подготовка и представление аналитического 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	Опрос по результатам лабораторной работы	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
		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.		
6	Взаимодействие массивных объектов с полуграниченными 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 полуграниченных средах	Общие теоремы о существовании и количестве изолированных резонансов. Аналитический метод определения изолированных резонансов в системе массивное тело – упругая среда. Резонансные свойства упругой полуграниченной 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.	Опрос по результатам лабораторной 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	

## **7. Образовательные технологии**

С целью формирования и развития профессиональных навыков 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).

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 «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования», с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

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

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **Дополнительная учебная 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>.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет";
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

### **Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

## 11. Материально-техническое оснащение.

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности,	Перечень основного оборудования	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
Лекционная аудитория, для лекционных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 100С	Учебная аудитория ; посадочных мест: 26; Интеркативная доска (интерактивный проектор); сеть Wi-Fi	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Аудитория, для проведения лекционных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, № 133	Учебная аудитория; посадочных мест: 32; Интеркативная доска (интерактивный проектор)	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Компьютерный класс для проведения лабораторных занятий, № 101	Компьютерный класс; посадочных мест: 15; Интеркативная доска (интерактивный проектор); проводной интернет; 15 персональных компьютеров (терминалов)	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Компьютерный класс для проведения лабораторных занятий, № 106	Компьютерный класс, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ); посадочных мест: 10; проводной интернет; 14 персональных компьютеров (терминалов)	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Компьютерный класс для проведения лабораторных занятий, № 106а	Компьютерный класс; посадочных мест: 16; Система видеоконференцсвязи; Интеркативная доска (интерактивный проектор); проводной интернет; 15 персональных компьютеров (терминалов)	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Компьютерный класс для проведения лабораторных занятий, № А301	Компьютерный класс; посадочных мест: 9; проводной интернет; 9 персональных компьютеров (терминалов)	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Лекционная аудитория, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 131	Учебная аудитория; посадочных мест: 80; Камера PTZ с микрофоном для трансляций; проектор; проводной интернет	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Лекционная аудитория, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № А305	Учебная аудитория; посадочных мест: 64; Интеркативная доска (интерактивный проектор); сеть Wi-Fi	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Лекционная аудитория, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № А307	Учебная аудитория; посадочных мест: 60; Интеркативная доска (интерактивный проектор); сеть Wi-Fi	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Аудитория, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение ИММИ КубГУ № А508	Мебель (столы, стулья), переносной проектор (1 шт), экран (1шт), переносной ноутбук	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, корпус А

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности,	Перечень основного оборудования	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
Аудитория для семинарских занятий, для текущего контроля и промежуточной аттестации, № 147	Учебная аудитория ; посадочных мест: 24; проводной интернет	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Аудитория для семинарских занятий, для текущего контроля и промежуточной аттестации, № 148	Учебная аудитория ; посадочных мест: 22	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Аудитория для семинарских занятий, для текущего контроля и промежуточной аттестации, № 100С	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации; посадочных мест: 26; Интеркативная доска (интерактивный проектор); сеть Wi-Fi	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, главный корпус
Аудитория для семинарских занятий, для текущего контроля и промежуточной аттестации, № А512	Учебная аудитория; посадочных мест: 20; сеть Wi-Fi	Российская Федерация, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, корпус А

## 12. Оценочные средства по дисциплине

Для проведения промежуточной аттестации (представляется отдельным документом в формате приложения к РПД)

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО, ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

### **1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности в процессе освоения программы аспирантуры**

#### **1.1. 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.

#### **Содержание самостоятельной работы**

**Раздел 1.** Принцип виртуальных работ. Единственность решения. Принцип Гамильтона. Теорема взаимности. Апериодические 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.

## **1.2 Примерные темы обзоров**

### **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.

### **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.

### **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.
1. ползучести с поврежденностью).
  2. Теоретические зависимости роста усталостных трещин. Усталостная долговечность.

## **1.4. 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 термоэластостатики.

4. Интегральные преобразования в нестационарных задачах теории термоэластостатики.

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.

## **2. Промежуточная аттестация**

Экзамен.

### **2.1. Вопросы к экзамену**

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 термоэластостатики.
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.

## **3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности в процессе освоения образовательной программы**

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 выполняются на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают подрисовочными 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:

ГОСТ 7.1 – 2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

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».

ГОСТ 7.9 – 95 (ИСО 214 – 76) «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования».

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 определяются 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>).

Контроль освоения дисциплины «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования» на этапах текущей промежуточной аттестации проводится в соответствии с действующим Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.