

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора по научной работе

Д. ф. м. н.,

О. А. Плехов

« 10 » 2015 г.



**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Линейная наследственная теория термовязкоупругости»**

*Направление подготовки: 01.06.01 «Математика и механика»*

*Профиль подготовки: «Механика деформируемого твердого тела»*

*Квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь*

**Пермь 2015**

## РАЗДЕЛ I. Аннотация

### 1.1 Краткая характеристика данной дисциплины, ее особенности

Дисциплина «Линейная наследственная теория термовязкоупругости» 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».

#### Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по высшей математике, уравнениям математической физики, вариационному исчислению, механике сплошных сред в объеме 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.

**Цели изучения дисциплины:** изучение методов математического моделирования вязкоупругих сред.

#### Задачи дисциплины:

- изложение базовых понятий, определяющих соотношений и термодинамических принципов, используемых в современной линейной теории наследственной вязкоупругости;
- демонстрация процедур построения и обоснования моделей вязкоупругих сред различной степени сложности – от линейных одномерных до трехмерных, с учетом температурного влияния;
- изложение различных методов решения начально–краевых задач: использование интегральных преобразований, численных методов;
- обзор экспериментальных методов идентификации вязкоупругих моделей.

### 1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения дисциплины «Линейная наследственная теория термовязкоупругости»:

Код	Содержание
ПК-1:	Способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела

ПК -3:	Способность анализировать и формулировать связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения
ПК -5:	Способность планировать, проводить и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

• **знать:**

- 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);
- методологию, конкретные методы и приемы анализа связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения;
- современные методы, приемы планирования эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов.

• **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 и решать задачу о связи между изменением структуры материала и особенностями процесса деформирования и разрушения;
- планировать проведение экспериментов, анализировать и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов.

### **Формы работы студентов**

Аудиторные занятия: лекции.

Самостоятельная работа: изучение теоретического материала.

### **1.3 Виды контроля.**

Рабочая программа дисциплины предусматривает текущий контроль в форме устного опроса по окончании разделов дисциплины, итоговый контроль в форме дифференцированного зачета, который выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и самостоятельной работы.

**РАЗДЕЛ II. Паспорт фонда оценочных средств  
по дисциплине (модулю) «Теория упругости. Теория пластичности.  
Теория ползучести»**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (модуля)*	Наименование оценочного средства**	Код контролируемой компетенции***
1	<p><b>Раздел 1: Линейная наследственная вязкоупругость изотропной среды в изотермических условиях</b> Тема 1. Механические модели вязкоупругих тел. Модели Максвелла, Фойхта и др. Линейные модели, приводящие к дифференциальным операторным уравнениям. Различие вязкоупругих твердых и жидких сред. Принцип суперпозиции.</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3ПК-5
	<p>Тема 2. Основные линейные соотношения изотропной наследственной вязкоупругости (объемные и сдвиговые составляющие). Прямые и обратные соотношения, их записи с использованием функций ползучести и</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3, ПК-5

	<p>релаксации, функций скоростей ползучести и скоростей релаксации.</p> <p>Физический смысл функций ползучести и релаксации (связь с кривыми ползучести и релаксации)упругости.</p>		
	<p>Тема 3. Выражение одних операторов наследственной вязкоупругости через другие для изотропной среды. Простейшие краевые задачи для образцов изотропного вязкоупругого материала.</p> <p>Определение материальных констант и функций из опытов, учет реальных историй нагружения и деформирования.</p> <p>Определение диапазона линейности.</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-1, ПК-3, ПК-5</p>
2	<p><b>Раздел 2: Общие определяющие уравнения вязкоупругости при изотермических процессах деформирования</b></p> <p>Тема 4. Основные соотношения линейной вязкоупругости для анизотропных сред. Линейные тензорные операторы наследственной вязкоупругости для</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-1, ПК-3, ПК-5</p>

	различных форм записи определяющих уравнений		
	Тема 5. Циклические процессы нагружения. Отставание деформаций по фазе. Установившиеся колебания. Комплексный модуль и комплексная податливость.	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3, ПК-5
3	<b>Раздел 3: Моделирование неизотермического поведения вязкоупругих материалов.</b> Тема 6. Учет температурного расширения. Зависимость вязкоупругих свойств от температуры. Температурно-временная аналогия	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3, ПК-5
	Тема 7. Построение обобщенных функций ползучести и релаксации, соответствующих им функций температурно-временного сдвига по результатам испытаний при разных уровнях температуры. Выявление области применимости температурно-временной аналогии. Экспериментальная проверка при неизотермических ре-	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3, ПК-5

	жимах испытаний.		
4	<p><b>Раздел 4. Некоторые термодинамические функции и законы сохранения.</b></p> <p>Тема 8. Основные термодинамические функции для вязкоупругого тела и законы сохранения. Работа внутренних сил в однородном элементе и рассеяние на монотонных процессах и замкнутых циклах. Уравнения сохранения энергии и распределение тепла в колебательных процессах.</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3, ПК-5
5	<p><b>Раздел 5. Квазистатические задачи вязкоупругости при постоянных и однородных полях температуры.</b></p> <p>Тема 9. Постановки квазистатической и динамической задач для изотропной среды. Принцип Вольтерры. Расшифровка операторов. Примеры решения задач вязкоупругости на основе имеющихся решений задач теории упругости.</p> <p>Тема 10. Метод аппроксимаций Ильюшина. Преобразование Лапласа-Карсона и его</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p> <p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-1, ПК-3, ПК-5</p> <p>ПК-1, ПК-3, ПК-5</p>

	свойства. Теорема о свёртке. Обратное преобразование. Пошаговые и итерационные методы решения квазистатических задач.		
6	<b>Раздел 6. Динамические задачи.</b> Тема 11. Синусоидальные колебания одномассовой системы. Колебания систем с распределенной массой. Распространение волн в бесконечной среде	6. Вопросы для устного опроса  11.	ПК-1, ПК-3, ПК-5

\*Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины (модуля).

\*\*Примерный перечень оценочных средств приведен в приложении А.

\*\*\*Код контролируемой компетенции берется из ФГОС ВПО, ФГОС ВО

### РАЗДЕЛ III. Содержание оценочных средств по дисциплине

#### Приложение А

(обязательное)

#### Перечень вопросов для текущего контроля (устный опрос)

1. Механические модели вязкоупругих тел. Модели Максвелла, Фойхта и др. Линейные модели, приводящие к дифференциальным операторным уравнениям. Различие вязкоупругих твердых и жидких сред. Принцип суперпозиции.
2. Основные линейные соотношения изотропной наследственной вязкоупругости (объемные и сдвиговые составляющие). Прямые и обратные соотношения, их записи с использованием функций ползучести и релаксации, функций скоростей ползучести и скоростей релаксации. Физический смысл функций ползучести и релаксации (связь с кривыми ползучести и релаксации).
3. Выражение одних операторов наследственной вязкоупругости через другие для изотропной среды. Простейшие краевые задачи для образцов изотропного вязкоупругого материала. Определение материальных

- констант и функций из опытов, учет реальных историй нагружения и деформирования. Определение диапазона линейности.
4. Основные соотношения линейной вязкоупругости для анизотропных сред. Линейные тензорные операторы наследственной вязкоупругости для различных форм записи определяющих уравнений.
  5. Циклические процессы нагружения. Отставание деформаций по фазе. Установившиеся колебания. Комплексный модуль и комплексная податливость.
  6. Учет температурного расширения. Зависимость вязкоупругих свойств от температуры. Температурно-временная аналогия.
  7. Построение обобщенных функций ползучести и релаксации, соответствующих им функций температурно-временного сдвига по результатам испытаний при разных уровнях температуры. Выявление области применимости температурно-временной аналогии. Экспериментальная проверка при неизотермических ре-жимах испытаний.
  8. Основные термодинамические функции для вязкоупругого тела и законы сохранения. Работа внутренних сил в однородном элементе и рассеяние на монотонных процессах и замкнутых циклах. Уравнения сохранения энергии и распределение тепла в колебательных процессах.
  9. Постановки квазистатической и динамической задач для изотропной среды. Принцип Вольтерры. Расшифровка операторов. Примеры решения задач вязкоупругости на основе имеющихся решений задач теории упругости.
  10. Метод аппроксимаций Ильюшина. Преобразование Лапласа-Карсона и его свойства. Теорема о свёртке. Обратное преобразование. Пошаговые и итерационные методы решения квазистатических задач.
  11. Синусоидальные колебания одномассовой системы. Колебания систем с распределенной массой. Распространение волн в бесконечной среде.

Разработчик:

  
(подпись)

д.ф.-м. н. Адамов А.А.