

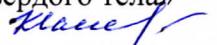


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Институт автоматики и процессов управления  
Дальневосточного отделения Российской академии наук»  
(ИАПУ ДВО РАН)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель направления  
подготовки аспирантов  
01.06.01 «Механика деформируемого  
твёрдого тела»

 Л.В.Ковтанюк

«14» августа 2014 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора по научно-  
образовательной и инновационной  
деятельности, д.ф.-м.н.

  
Н.Г. Галкин

«14» августа 2014 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)

### Теория упругости

Направление подготовки 01.06.01 - «Математика и механика»  
профиль «Механика деформируемого твёрдого тела»

Образовательная программа «Механика деформируемого твёрдого тела»

### Форма подготовки (очная)

Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН (ИАПУ ДВО РАН)  
Междисциплинарная кафедра подготовки кадров высшей квалификации (МК ПКВК)

курс 2 семестр 4  
лекции 36 час. / 1 з.е.  
практические занятия 18 час. / 0.5 з.е.  
лабораторные работы 0 час. / 0 з.е.  
всего часов аудиторной нагрузки 36 (час.) / 1 з.е.  
самостоятельная работа 35 (час.) / 1 з.е.  
контрольные работы (0)  
курсовая работа / курсовой проект - семестр  
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 866

Рабочая программа обсуждена на заседании МК ПКВК, протокол № 1 от «14» августа 2014 г.  
Заведующий (ая) кафедрой: д-р физ.- мат. наук, профессор Н.Г. Галкин  
Составитель (ли): д-р физ.- мат. наук, зав.лаб. Л.В. Ковтанюк, к.ф.-м.н. О.В.Дудко

Владивосток  
2014

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Теория упругости» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе «Механика деформируемого твердого тела» и входит в вариативную часть учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, учебный план подготовки аспирантов по профилю «Механика деформируемого твердого тела»

**Цель** - формирование общекультурных и профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность специалиста к использованию знаний в области современной теории упругости при решении практических задач в рамках производственно-технологической, проектно-изыскательской и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

### **Задачи:**

1. Исследовать кинематику, статику и динамику сплошной среды;
2. Изучить уравнения состояния упругих твёрдых деформируемых тел;
3. Рассмотреть постановки и схемы решения аналитическими и численными методами задач теории упругости.

**Интерактивные формы обучения** составляют 4 часа практических занятий в форме семинара с представлением и обсуждением докладов.

**Компетенции выпускника, формируемые в результате изучения дисциплины**

Универсальные компетенции:

УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении

исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК - 1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

Профессиональные компетенции:

ПК - 1 Способность самостоятельно выполнять научные исследования в области механики деформируемого твердого тела, используя соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии, с целью установления законов деформирования, повреждения и разрушения материалов; выявлять новые связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования;

ПК - 2 Способность самостоятельно применять методы механики и вычислительной математики, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования к постановке и решению краевых задач механики деформируемого твердого тела;

ПК - 3 Способность овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований процессов деформирования; планировать и проводить эксперименты; интерпретировать экспериментальные данные; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов.

## **Требования к уровню усвоения содержания дисциплины.**

Аспиранты должны приобрести следующие знания и умения:

### ***знать:***

- методы реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий

- научные основы и закономерности механических явлений, применяемые для изучения законов деформирования

- научные основы и закономерности механических явлений, применяемые при постановке и решении краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях

- современные методы экспериментальной механики деформируемого твердого тела, методы планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных

### ***уметь:***

- планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

- использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования.

- использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования.

- использовать экспериментальные методы исследований процессов деформирования.

### ***владеть:***

- навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и средств решения задач исследования, навыками работы с вычислительной техникой

- современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела

- современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, теоретическими, расчетными и экспериментальными методами исследований, применяемыми для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях

- современными методами экспериментальных исследований в области механики деформируемого твердого тела, методами обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Тема 1. Теория деформаций (6 час.)**

Теория деформаций Кинематика движения сплошной среды. Метод Лагранжа и метод Эйлера описания движения сплошной среды. Связь между этими методами. Векторы перемещений, скоростей, ускорений. Тензоры деформаций и скоростей деформаций. Их физическое значение. Упрощения, возможные при малых удлинениях и сдвигах.

### **Тема 2. Напряжения (6 час.)**

Равновесие и движение объемного элемента Динамика сплошной среды. Масса и плотность. Уравнение неразрывности. Уравнение несжимаемости. Вектор напряжений на площадке. Тензор напряжений. Физический смысл компонент тензора напряжений. Уравнения равновесия и движения твердого тела в компонентах напряжений. Симметрия тензора напряжений.

### **Тема 3. Модель упругого тела (6 час.)**

Закон Гука Модель упругого тела Закон упругости Модель упругого тела. Замкнутая система уравнений равновесия и движения упругого тела. Постановка основных краевых задач статики упругого тела. Теорема единственности решения.

### **Тема 4. Работа деформации и некоторые, связанные с нею принципы (6 час.)**

Работа деформации и некоторые, связанные с нею принципы Работа деформации. Начало возможных перемещений. Вывод дифференциальных уравнений равновесия упругого тела и соответствующих им краевых условий из начала возможных перемещений.

### **Тема 5. Задача Сен-Венана (6 час.)**

Задача Сен-Венана. Полуобратный метод Сен-Венана. Принцип Сен-Венана. Постановка задачи Сен-Венана. Кручение стержней. Сведение задачи кручения к задаче Дирихле для уравнения Пуассона.

### **Тема 6. Плоская задача теории упругости (6 час.)**

Плоская задача теории упругости Плоская деформация. Функция Эри. Бигармоническое уравнение. Плоское напряженное состояние. Представление функции Эри через гармонические функции. Применение функций комплексного переменного для решения плоской задачи теории упругости.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (18 час.)**

#### **Занятие 1. Теория деформаций (2 часа)**

1. Кинематика движения сплошной среды.
2. Метод Лагранжа и метод Эйлера описания движения сплошной среды. Связь между этими методами.

3. Векторы перемещений, скоростей, ускорений. Вычисление перемещений в материальной и пространственной форме.
4. Тензоры деформаций и скоростей деформаций. Вычисление компонент различных тензоров деформации. Их выражения через компоненты векторов перемещений и скоростей.
5. Определение главных деформаций и главных осей.

#### **Занятие 2. Равновесие и движение объемного элемента (2 часа).**

1. Динамика сплошной среды. Масса и плотность. Уравнение неразрывности. Уравнение несжимаемости.
2. Вектор напряжений на площадке. Тензор напряжений
3. Физический смысл компонент тензора напряжений. Уравнения равновесия и движения сплошной среды в компонентах напряжений.

#### **Занятие 3. Модель упругого тела (2 часа)**

1. Закон упругости. Изотропные и анизотропные упругие тела. Замкнутая система уравнений классической теории упругости.
2. Постановка основных краевых задач статики упругого тела. Теорема единственности решения этих задач.
3. Задача Ламе.

#### **Занятие 4. Работа деформации и некоторые, связанные с нею принципы (семинар с представлением докладов) (4 часа)**

1. Работа деформации. Начало возможных перемещений Принцип дополнительной виртуальной работы.
2. Приближенный метод решения, основанный на принципе виртуальной работы. Метод Рэлея – Ритца.

#### **Занятие 5. Задача Сен-Венана (4 часа)**

1. Полуобратный метод Сен-Венана. Принцип Сен-Венана. Постановка задачи Сен-Венана.
2. Кручение стержней. Сведение задачи кручения к задаче Дирихле для уравнения Пуассона.

3. Функция Грина. Решение задачи о кручении стержня кругового поперечного сечения.

#### **Занятие 6. Плоская задача теории упругости (4 часа)**

1. Плоская деформация и обобщенное плоское напряженное состояние. Уравнения плоской задачи. Функция Эри.
2. Применение функций комплексного переменного для решения плоской задачи теории упругости.

### **III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

Фонд оценочных средств прилагается.

### **IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Основная литература**

(печатные и электронные издания)

1. Новожилов В.В. Теория упругости [Электронный ресурс]/ Новожилов В.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2012.— 409 с.

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

2. Куликовский А.Г., Свешникова Е.И. Нелинейные волны в упругих средах. – М.: Московский Лицей, 1998. – 412 с.

Справочно-информационный фонд ИАПУ ДВО РАН

<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books>

3. Циглер Ф. Механика твердых тел и жидкостей. Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика. 2002. – 912 с.

<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books>

4. Горшков А.Г. Медведский А.Л. Рабинский Л.Н. Тарлаковский Д.В. Волны в сплошных средах. - М. Физматлит, 2004. – 467 с.

Справочно-информационный фонд ИАПУ ДВО РАН,

<http://www.iprbookshop.ru>

5. Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том VII. Теория упругости [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.— 258 с.

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

6. Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.— 418 с.

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

7. Димитриенко Ю.И. Нелинейная механика сплошной среды [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Димитриенко Ю.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 624 с.

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

**Дополнительная литература**  
(печатные и электронные издания)

1. Новацкий В. Динамические задачи термоупругости. – М.: Мир, 1970. 256с.

Справочно-информационный фонд ИАПУ ДВО РАН

2. Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности, Москва Мир 1987, 542с.

Справочно-информационный фонд ИАПУ ДВО РАН

3. Быковцев Г.И. Избранные проблемные вопросы механики деформируемых сред, Владивосток Дальнаука. 2002, 565с.

Справочно-информационный фонд ИАПУ ДВО РАН

4. Григоренко Я.М. Василенко А.Т. Панкратова Н.Д., Задачи теории упругости неоднородных тел, Издательство: Киев Наукова думка 1991, 216с.

Справочно-информационный фонд ИАПУ ДВО РАН

5. Кузнецов Г.Б. Упругость, вязкоупругость и длительная прочность цилиндрических и сферических тел, М. Наука 1979, 112с.

Справочно-информационный фонд ИАПУ ДВО РАН

6. Александров В.М. Аналитические методы в контактных задачах теории упругости [Электронный ресурс]/ Александров В.М., Чебаков М.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.— 304 с.

<http://www.iprbookshop.ru/24376>

7. Проблемы механики [Электронный ресурс]: сборник статей. К 90-летию со дня рождения А.Ю. Ишлинского/ Л.Д. Акуленко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.— 830 с.

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