



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
**«Институт автоматки и процессов управления
Дальневосточного отделения Российской академии наук»**
(ИАПУ ДВО РАН)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель направления
подготовки аспирантов
01.06.01 «Механика деформируемого
твердого 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)

Математические модели механики сплошных сред

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

Образовательная программа «Механика деформируемого твердого тела»

Форма подготовки (очная)

Институт автоматки 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.
всего часов аудиторной нагрузки 36 (час.) / 1 з.е.
самостоятельная работа 45 (час.) / 1.25 з.е.
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. Ю.Е. Иванова, к.ф.-м.н. Е.А. Герасименко

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 «Математические модели механики сплошных сред» 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 строить корректные математические модели современной механики деформируемого твердого тела 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 твёрдых деформируемых тел;
3. Рассмотреть модели механики сплошных сред и их уравнения.

Интерактивные формы обучения составляют 8 часов 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. Кинематика движения сплошной среды (6 час.)

Кинематика движения сплошной среды 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.

Тема 2. Динамика сплошной среды (6 час.)

Динамика сплошной среды 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 сплошной среды в компонентах напряжений.

Тема 3. Модель упругого тела (6 час.)

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

Тема 4. Модель идеальной несжимаемой жидкости (6 час.)

Модель идеальной несжимаемой жидкости. Уравнения Эйлера. Уравнения Лэмба. Интегралы динамических уравнений движения идеальной несжимаемой жидкости – интеграл Бернулли, интеграл Коши, интеграл Бернулли – Эйлера. Обтекание шара потоком идеальной несжимаемой жидкости. Парадокс Даламбера. Плоское безвихревое течение идеальной жидкости. Гидродинамические потенциалы. Применение функций комплексного переменного. Главный вектор и главный момент сил давления потока на замкнутый контур. Формулы Чаплыгина. Теорема Жуковского.

Тема 5. Модель вязкой несжимаемой жидкости (6 час.)

Модель вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения Навье-Стокса. Примеры решения уравнений Навье-Стокса. Простейшие линейные задачи. Диссипация механической энергии в потоке вязкой жидкости. Вариационный принцип Гельмгольца. Методы численного решения уравнений Навье – Стокса течения вязкой несжимаемой жидкости. Ламинарный пограничный слой. Уравнения Прандтля.

Тема 6. Модель идеального баротропного газа (6 час.)

Модель идеального баротропного газа. Баротропные процессы. Уравнение Клайперона. Замкнутая система дифференциальных уравнений модели идеального баротропного газа. Интегралы уравнений движения идеального баротропного газа. Звуковые волны. Безвихревые движения идеального газа. Потенциалы скоростей простейших пространственных потоков.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 час.)

Занятие 1. Кинематика движения сплошной среды (4 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. Тензоры деформаций и скоростей деформаций. Их физическое значение в моделях твердых тел и жидкостей.

Занятие 2. Динамика сплошной среды (4 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. Задача Ламе.

Занятие 4. Модель идеальной несжимаемой жидкости (семинар с представлением докладов) (4 часа)

1. Модель идеальной несжимаемой жидкости. Уравнения Эйлера. Интегралы уравнений Эйлера.
2. Движение шара в идеальной жидкости.

Занятие 5. Модель вязкой несжимаемой жидкости (семинар с представлением докладов) (2 часа)

1. Модель вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения Навье-Стокса.
2. Движение вязкой жидкости в цилиндрической трубе.

Занятие 6. Модель идеального баротропного газа (семинар с представлением докладов) (2 часа)

1. Модель идеального баротропного газа.
2. Интегралы уравнений модели идеальной жидкости.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Вопросы к экзамену

1. Метод Лагранжа и метод Эйлера описания движения сплошной среды. Связь между этими методами.
2. Векторы перемещений, скоростей, ускорений. Тензоры деформаций и скоростей деформаций. Физическое истолкование этих тензоров.
3. Выражения компонент вектора деформаций через компоненты вектора перемещений и компонент тензора скоростей деформаций через компоненты вектора скорости.
4. О значении тензоров деформаций и скоростей деформаций в моделях твердых тел и в моделях жидкостей и газов.
5. Динамика сплошной среды. Масса и плотность.
6. Уравнение неразрывности. Уравнение несжимаемости. Теорема Эйлера.
7. Объемные и поверхностные силы. Вектор напряжений на площадке.
8. Тензор напряжений. Уравнения равновесия и движения сплошной среды в компонентах напряжений. Симметрия тензора напряжений.
9. Упругое тело. Закон Гука.
10. Замкнутая система дифференциальных уравнений модели упругого тела в напряжениях и перемещениях.
11. Постановка основных краевых задач теории упругости. Теорема о единственности решения.
12. Вариационные уравнения теории упругости.
13. Задача о кручении стержней.

14. Задача Ламе
15. Модель идеальной несжимаемой жидкости. Уравнения Эйлера.
16. Интегралы динамических уравнений движения идеальной несжимаемой жидкости – интеграл Бернулли, интеграл Коши, интеграл Бернулли – Эйлера.
17. Обтекание шара потоком идеальной несжимаемой жидкости. Парадокс Даламбера.
18. Плоское безвихревое течение идеальной жидкости. Гидродинамические потенциалы. Применение функций комплексного переменного.
19. Модель вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения Навье-Стокса.
20. Примеры решения уравнений Навье-Стокса. Простейшие линейные задачи.
21. Модель идеального баротропного газа. Баротропные процессы. Уравнение Клайперона.
22. Замкнутая система дифференциальных уравнений модели идеального баротропного газа.
23. Интегралы уравнений движения идеального баротропного газа.
24. Звуковые волны. Безвихревые движения идеального газа. Потенциалы скоростей простейших пространственных потоков.

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды : Москва
Издательство Московского университета 1990 г., 306 с.
Справочно-информационный фонд ИАПУ ДВО РАН
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды в двух томах
Издательство: М. Наука 1994 г., 528 с., 560с.
Справочно-информационный фонд ИАПУ ДВО РАН

3. Победря Б.Е. Основы механики сплошной среды. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Победря Б.Е., Георгиевский Д.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.— 272 с.

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

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

<http://www.iprbookshop.ru/37054>

5. Черняк В.Г. Механика сплошных сред [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Черняк В.Г., Суетин П.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.— 353 с.

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

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Авдеев М.П. Супервычисления и математическое моделирование [Электронный ресурс]: труды XII международного семинара/ Авдеев М.П., Залялов Н.Н., Адрианов А.Л.— Электрон. текстовые данные.— Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2011.— 418 с.

<http://www.iprbookshop.ru/18457>

2. Зарубин В.С. Математические модели термомеханики [Электронный ресурс]/ Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.— 168 с.

<http://www.iprbookshop.ru/24312>

3. Мурашов М.В. Решение задач механики сплошной среды в программном комплексе ANSYS [Электронный ресурс]: методические указания/ Мурашов М.В., Панин С.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009.— 40 с.

<http://www.iprbookshop.ru/31538>

4. Папуша А.Н. Механика сплошных сред [Электронный ресурс]/ Папуша А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2011.— 688 с.

<http://www.iprbookshop.ru/16572>

5. Репин С.И., Фролов М.Е. Математические методы в нелинейных задачах механики сплошных сред, Санкт-Петербург 2008, 73с.

<http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/673/76673/57866>

6. Роджер Темам Математическое моделирование в механике сплошных сред [Электронный ресурс]/ Роджер Темам, Ален Миранвиль— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.— 321 с.

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

7. Успехи механики сплошных сред: к 70-летию академика В.А. Левина: сб. науч. тр. – Владивосток: Дальнаука, 2009, 822с.

Справочно-информационный фонд ИАПУ ДВО РАН