



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО».

Руководитель ОП

Механика деформируемого твердого тела

(название образовательной программы)

 О.Н. Любимова

(подпись) (Ф.И.О.)


«14» января 2015 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

Механики и математического моделирования

(название кафедры)

 А.А. Бочарова

(подпись) (Ф.И.О.)

«15» января 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)
ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ

Направление подготовки – 01.06.01, Математика и механика

Профиль - Механика деформируемого твердого тела

Образовательная программа «Механика деформируемого твердого тела»

Форма подготовки – очная

Инженерная школа

Кафедра механики и математического моделирования

курс 2 семестр 3

лекции 18 час. / 0.5 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 72 (час.) / 2 з.е.

контрольные работы (0)

курсовая работа / курсовой проект __ семестр

зачет 3 семестр

экзамен __ 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 кафедры механики и математического моделирования, протокол № 5 от «12» января 2015 г.

Заведующий кафедрой: А.А. Бочарова

Составитель: канд. физ.-мат. наук., доцент, доцент кафедры механики и математического моделирования Иванова Ю.Е.

Оборотная сторона титульного листа программы

I. Рабочая программа дисциплины пересмотрена на заседании кафедры:

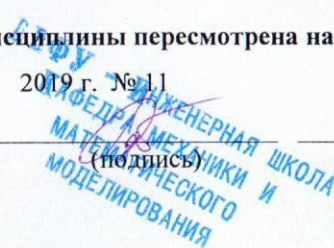
Протокол от «24» июня 2019 г. № 11

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Богарев ДА

(И.О. Фамилия)



II. Рабочая программа дисциплины пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

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

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 - научить математической постановке задач теории пластичности, анализу дифференциальных уравнений равновесия и движения и их решению, методам их интегрирования.

Задачи:

1. Ознакомление с деформационной теорией пластичности, явлениями ползучести и релаксации напряжений, понятием длительной прочности, научить решать задачи по определению коэффициента запаса.

2. Ознакомление с теориями старения, течения, упрочнения, методами определения времени разрушения конструкций и с механическими моделями деформируемого тела.

3. Формирование умения внедрять результаты научно-технических разработок в реальный сектор проектирования конструкций.

Интерактивные формы обучения составляют 12 часов и включают в себя 6 часов лекционных занятий (проблемная лекция), 6 часов практических занятий (обсуждение доклада).

Компетенции выпускника, формируемые в результате изучения дисциплины

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

ПК - 2 самостоятельно применять методы механики и вычислительной математики, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования к постановке и решению краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях, а также для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.

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, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов.

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

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 и разрушения.

- использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.

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.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

МОДУЛЬ 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ (10 час.)

Тема 1. Введение. (2 час.)

Задачи курса, его структура. Исторические сведения. Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в металлах и твердых сплавах. Напряжения, деформации, скорости деформаций и их инварианты. Основные теоретические соотношения между напряжениями и деформациями за пределами упругости.

Тема 2. Механические свойства твердых тел. (проблемная лекция) (4 час.)

Понятие простого нагружения. Схематизация диаграмм деформирования. Условия возникновения пластических деформаций. Анизотропные и сложные среды. Условия Сен-Венана, Хилла-Мизеса, Ишлинского для изотропного тела. Условие начала пластических деформаций для анизотропного тела.

Тема 3. Методы экспериментального определения механических характеристик материала. (проблемная лекция) (2 час.)

Релаксация напряжений. Ползучесть при линейном напряженном состоянии. Первая и вторая стадии ползучести. Понятие о технических теориях ползучести. Теория течения. Теория старения. Теория упрочнения.

Тема 4. Свойства поверхности нагружения (2 час.)

Поверхность нагружения (поверхность пластичности). Постулат Друкера. Выпуклость поверхности нагружения и ассоциированный закон течения. Теория изотропного расширения, кинематическая и комбинированные теории.

МОДУЛЬ 2. МЕТОДЫ И СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ (8 час.)

Тема 1. Теория малых упругопластических деформаций. (2 час.)

Теорема Ильюшина о простом нагружении. Теория пластического течения. Связь между теориями при простом нагружении.

Тема 2. Система уравнений теории пластичности. (2 час.)

Условия на границе, разделяющей упругую и пластическую зоны. Методы решения задач теории пластичности. Методы дополнительных напряжений, дополнительных деформаций и переменных параметров упругости. Вариационные принципы в теории малых упругопластических деформаций и их применение при решении задач. Анализ неустойчивости процессов деформирования.

Тема 3. Энергетические теоремы и экстремальные принципы. (2 час.)

Использование уравнения Ляме. Система уравнений Бельтрами. Общая характеристика современного состояния вопросов решения задач теории упругости.

Тема 4. Теория и методы расчета предельного состояния различных элементов машиностроительных конструкций. (2 час.)

Кинематическая и статическая теоремы и их применение к оценке предельных нагрузок элементов конструкций.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Структура и содержание практической части курса включает в себя тематику и содержание практических занятий, семинаров, лабораторных работ.

Практические занятия (18 час.)

Занятие 1. Теория упругопластического деформирования для стержней. (обсуждение доклада) (2 часа)

1. Нахождение главных направлений и главных значений декартова тензора.

2. Доказательство ортогональности главных значений тензора.

Занятие 2. Теория упругопластического деформирования для пластин. (обсуждение доклада) (4 часа)

1. Определение вектора напряжения в заданной точке пластины.

2. Определение тензора напряжений.

Занятие 3. Теория упругопластического деформирования для оболочек. (4 часа)

1. Нахождение поверхности напряжения Коши для заданных состояний напряжения.

2. Определение главных напряжений и главных осей тензора напряжений.

3. Вычислить инварианты тензора напряжений.

4. Определение максимального касательного напряжения в заданной точке.

Занятие 4. Задачи с осевой и центральной симметрией. (4 часа)

1. Разложение тензора напряжений.

2. Определение главных напряжений для заданного напряжённого состояния.

Занятие 5. Общие методы решения задач пластичности: метод начальных напряжений, метод начальных деформаций, метод переменных параметров упругости. (4 часа)

1. Применение метода начальных напряжений.

2. Оптимизация вычислений пластических деформаций.

3. Сведение решения задач деформационной теории пластичности к решению последовательности обычных задач упругости.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Вопросы к зачету

1. Интенсивность касательных деформаций.
2. Интенсивность касательного напряжения.
3. Условия пластичности Треска - Сен-Венана, Мизеса, приведенного напряжения
4. Теория течения. Ассоциированный закон течения.
5. Деформационная теория пластичности.
6. Основные соотношения М. Леви и Р. Мизеса.
7. Основные соотношения Г. Генки.
8. Постулат Друкера.
9. Теорема единственности задачи теории пластичности.
10. Экстремальные принципы для жестко - пластического тела.
11. Полная система уравнений равновесия для теории течения.
12. Полная система уравнений равновесия для деформационной теории.
13. Граничные условия и условия непрерывности на границе упругой и пластической
14. Упруго - пластическое равновесие цилиндрической трубы (несжимаемый материал)
15. Упруго - пластическое равновесие цилиндрической трубы (сжимаемый материал).
16. Упруго - пластическое равновесие кольцевого диска (несжимаемый материал).
17. Упруго - пластическое равновесие кольцевого диска (сжимаемый материал).
18. Упруго - пластическое равновесие сферического сосуда (несжимаемый материал).
19. Упруго - пластическое равновесие сферического сосуда (сжимаемый материал).
20. Упруго - пластическое состояние вращающегося диска
21. Жестко - пластическое состояние вращающегося диска.
22. Упруго - пластическое кручение стержней. Основные определения.

23. Упруго - пластическое кручение стержней эллиптического сечения.
24. Упруго - пластическое кручение стержней круглого сечения.
25. Плоская теория пластичности. Линии скольжения.
26. Свойства линий скольжения.
27. Полная система уравнений равновесия плоской теории упругости.
28. Основные краевые задачи плоской теории упругости.
29. Упруго - пластическое растяжение плоскости с круговым отверстием.
30. Решения Прандтля о вдавливании плоского штампа.
31. Решения Хилла о вдавливании плоского штампа.
32. Давление на полуплоскость выпуклого и вогнутого штампов.
33. Внедрение в полуплоскость клинообразных штампов.
34. Основные определения теории ползучести.
35. Основные соотношения теории вязко - пластичности.

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Субботницкий В.В. Критерии пластичности и разрушения.

Методические указания. - Вл-к: Изд-во ДВГТУ, 2010 г. – 34 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:415114&theme=FEFU>

2. Самарский А.А. Введение в численные методы. Учебное пособие для вузов. / А.А. Самарский. - М.: Лань, 2009. – 288 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298687&theme=FEFU>

3. Богомаз И. В. Механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. В. Богомаз. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 346 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=442969>

4. Доркин В.В. Металлические конструкции: Учебник / В.В. Доркин, М.П. Рябцева. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 457 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=168938>

Дополнительная литература (печатные и электронные издания)

1. Адаскин А.М. Материаловедение и технология материалов / А.М. Адаскин, В.М. Зуев. - М.: Форум, 2010. - 336 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=178874>
2. Гоцеридзе Р.М. Технология конструкционных материалов в приборостроении: Учебник / Р.М. Гоцеридзе. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 423 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=363469>
3. Березина Е.В. Сопротивление материалов: учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 208 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=191214>
4. Радаев В.Н. Пространственная задача математической теории пластичности: Учебное пособие. - Самара: Изд-во "Самарский университет", 2005. - 142 с. <http://window.edu.ru/resource/883/46883>
5. Загиров, Н. Н. Основы расчетов процессов получения длинномерных металлоизделий методами обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Н. Н. Загиров, И. Л. Константинов, Е. В. Иванов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 312 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=442107>
6. Тимофеев В.Л. Технология конструкционных материалов: Уч. пос. / В.Л. Тимофеев, В.П. Глухов и др.; Под общ. ред. проф. В.Л. Тимофеева. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 272 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=220150>