

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 15.03.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

| | |
|--|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.04 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 6 семестр - 6; 7 семестр - 4; всего - 10 |
| Часов (всего) по учебному плану: | 360 часов |
| Лекции | 6 семестр - 42 часа; 7 семестр - 32 часа; всего - 74 часа |
| Практические занятия | 6 семестр - 28 часа; 7 семестр - 16 часов; всего - 44 часа |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 6 семестр - 16 часов; 7 семестр - 2 часа; всего - 18 часов |
| Самостоятельная работа | 6 семестр - 125,2 часа; 7 семестр - 93,5 часа; всего - 218,7 часов |
| в том числе на КП/КР | 6 семестр - 53,7 часа; |
| Иная контактная работа | 6 семестр - 4 часа; |
| включая: Тестирование Контрольная работа Расчетно-графическая работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Защита курсового проекта | 6 семестр - 0,3 часа; |
| Экзамен | 6 семестр - 0,5 часа; |
| Экзамен | 7 семестр - 0,5 часа; |
| | всего - 1,3 часа |

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Кузнецов С.Ф. |
| | Идентификатор | Rb27d2feb-Kuznetsov5F-e9466b63 |

С.Ф. Кузнецов


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|---|--|---------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Цой В.Э. |
| | Идентификатор | Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4 |

В.Э. Цой

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Меркурьев И.В. |
| | Идентификатор | Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883c |

И.В. Меркурьев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных положений, математических моделей и методов механики идеально упругих тел, необходимых в профессиональной деятельности по направлению подготовки.

Задачи дисциплины

- освоение фундаментальных положений и системы понятий механики деформируемого твердого тела и теории упругости;
- изучение математических постановок задач теории упругости и аналитических методов их решения;
- формирование знаний об основных свойствах решений задач теории упругости и закономерностях упругого деформирования элементов конструкций;
- формирование начальных навыков создания идеализированных расчетных моделей элементов конструкций.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|---|--|
| ПК-1 Готов участвовать в расчетах с элементами научных исследований деталей машин, узлов и конструкций с целью обеспечения их прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, безопасности и надежности | ИД-1 _{ПК-1} Способен разработать расчетную модель объекта профессиональной деятельности | знать: - - основные положения механики деформируемого твердого тела и теории упругости, определения и физический смысл характеристик напряженно-деформированного состояния; - математический аппарат механики деформируемого твердого тела и теории упругости; - математические постановки краевых и вариационных задач, основные теоремы и принципы теории упругости. уметь: - математически корректно формулировать задачи теории упругости для заданных расчетных моделей; - применять основные теоремы и принципы теории упругости для анализа механического состояния линейно упругих тел; - использовать аналитические методы для решения плоских краевых задач теории упругости, проводить анализ результатов определения напряженно-деформированного состояния. |
| ПК-1 Готов участвовать в расчетах с элементами научных исследований деталей машин, узлов и конструкций с целью | ИД-5 _{ПК-1} Способен выполнить анализ результатов расчетов, сформулировать выводы и рекомендации, оформить | знать: - закономерности, определяющие деформирование упругих тел, и их физико-механические характеристики. уметь: |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|--|---|
| обеспечения их прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, безопасности и надежности | научно-технический отчет | - использовать аналитические методы для решения краевых задач свободного кручения стержней, проводить анализ результатов определения напряженно-деформированного состояния. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.03 Прикладная механика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы математического анализа, линейной алгебры, теории обыкновенных дифференциальных уравнений
- знать формулировки классических задач математической физики и методы их решения
- знать основы классической механики
- знать основы механики твердого деформируемого тела и механики материалов и конструкций
- уметь использовать аппарат математического анализа, линейной алгебры и методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений для решения задач отдельных классов
- уметь применять основные принципы классической механики и методы механики материалов и конструкций для расчетов простейших механических систем

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Основы теории упругости | 26 | 6 | 10 | - | 6 | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение материалов по разделу "Основы теории упругости" и подготовка к контрольному тестированию, направленные на освоение гипотез теории упругости, определений и физического содержания характеристик геометрических изменений деформируемого тела и возникающих при этом внутренних сил <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 8-24, 32-47, 51-65 [2], 9-45</p> | |
| 1.1 | Введение в теорию упругости | 4 | | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | | |
| 1.2 | Кинематический и статический анализ сплошной среды | 22 | | 8 | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 8 | | - |
| 2 | Основные краевые задачи теории упругости | 32 | | 12 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Основные краевые задачи теории упругости" и подготовка к контрольной работе, ориентированные на освоение основных закономерностей изменений механического состояния идеально упругих тел при внешних воздействиях и корректных постановок соответствующих математических задач <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 65-71 [2], 55-63</p> |
| 2.1 | Уравнения состояния идеально упругого тела | 12 | | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 2.2 | Основные уравнения и краевые задачи теории упругости | 20 | | 8 | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 3 | Формулировки и | 50 | 20 | - | 14 | - | - | - | - | - | - | 16 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--------------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|------------|--------------|-------------|--|
| | методы решения плоских задач теории упругости и задач свободного кручения | | | | | | | | | | | | Изучение материалов по разделу "Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости и задач свободного кручения" и подготовка к контрольной работе, ориентированные на умение корректно формулировать плоские задачи теории упругости и задачи свободного кручения и применять для их решения классические аналитические методы |
| 3.1 | Плоская задача теории упругости | 32 | 12 | - | 10 | - | - | - | - | - | 10 | - | |
| 3.2 | Свободное кручение призматических стержней | 18 | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 190-201, 255-268с.152-167 [2], 63-67, 110-118 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Курсовой проект (КП) | 72.0 | - | - | - | 14 | - | 4 | - | 0.3 | 53.7 | - | |
| | Всего за семестр | 216.0 | 42 | - | 28 | 14 | 2 | 4 | - | 0.8 | 91.7 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 216.0 | 42 | - | 28 | 16 | | 4 | | 0.8 | 125.2 | | |
| 4 | Введение в теорию тензоров | 34.50 | 7 | 8 | - | 6 | - | 0.50 | - | - | 20 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в теорию тензоров" |
| 4.1 | Основы теории тензоров | 20.25 | | 6 | - | 4 | - | 0.25 | - | - | 10 | - | |
| 4.2 | Введение в анализ тензорных полей | 14.25 | | 2 | - | 2 | - | 0.25 | - | - | 10 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 304-313 [2], 347-353 |
| 5 | Основные теоремы классической теории упругости | 16.25 | | 4 | - | 2 | - | 0.25 | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Основные теоремы классической теории упругости" и подготовка к контрольной работе |
| 5.1 | Основные теоремы классической теории упругости | 16.25 | | 4 | - | 2 | - | 0.25 | - | - | 10 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 96-101 [2], 47-48, 60-63, 77- 80 |
| 6 | Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии | 16.25 | | 4 | - | 2 | - | 0.25 | - | - | 10 | - | <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения задач, провести расчеты по индивидуальному варианту задания и |
| 6.1 | Уравнения состояния в частных случаях | 16.25 | | 4 | - | 2 | - | 0.25 | - | - | 10 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|----------|----------|------------|--------------|-------------|---|
| | упругой анизотропии | | | | | | | | | | | | сделать выводы. В качестве тем задания применяются следующие: Математическая формулировка и решение задач свободного кручения стержней заданных поперечных сечений. Сопоставление характеристик прочности и жесткости стержней заданных поперечных сечений при свободном кручении <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 51-63 [2], 43-47 |
| 7 | Вариационные принципы и методы теории упругости | 42.50 | 16 | - | 6 | - | 0.50 | - | - | - | 20 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Вариационные принципы и методы теории упругости" и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], .77-96 [2], 70-82 |
| 7.1 | Вариационные принципы линейной теории упругости | 22.25 | 10 | - | 2 | - | 0.25 | - | - | - | 10 | - | |
| 7.2 | Вариационный метод Ритца и численный метод конечных элементов | 20.25 | 6 | - | 4 | - | 0.25 | - | - | - | 10 | - | |
| | Экзамен | 34.5 | - | - | - | - | 0.5 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.00 | 32 | - | 16 | - | 2.00 | - | - | 0.5 | 60 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.00 | 32 | - | 16 | - | 2.00 | - | - | 0.5 | 93.5 | | |
| | ИТОГО | 360.00 | - | 74 | - | 44 | 18.00 | - | 4 | 1.3 | 218.7 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основы теории упругости

1.1. Введение в теорию упругости

Предмет изучения и основные понятия теории упругости. Аксиоматические основы теории упругости. Классическая теория упругости как фундаментальный раздел механики деформируемого твердого тела. Понятие о неклассических теориях упругости. Краткий исторический очерк развития. Прикладное значение теории упругости.

1.2. Кинематический и статический анализ сплошной среды

Понятие материального континуума. Векторное поле перемещений. Способы представления поля перемещений. Тензорное поле деформаций. Тензоры деформаций Эйлера-Альманзи и Лагранжа-Грина. Тензор малых деформаций Коши. Тензор малых вращений. Уравнения совместности деформаций. Понятие внутренних сил. Вектор напряжения на элементарной площадке. Формулы Коши. Тензор напряжений. Уравнения равновесия Навье. Закон парности касательных напряжений. Условия равновесия на границе.

2. Основные краевые задачи теории упругости

2.1. Уравнения состояния идеально упругого тела

Понятие уравнений состояния. Основные свойства уравнений состояния идеально упругого тела. Линейно упругое тело. Обобщенный закон Гука. Тензор коэффициентов упругости. Общая упругая анизотропия. Закон Гука для изотропного тела. Технические упругие постоянные. Термодинамические ограничения на величины упругих постоянных.

2.2. Основные уравнения и краевые задачи теории упругости

Полная система соотношений теории упругости. Уравнения в перемещениях и напряжениях. Основные краевые задачи теории упругости. Понятие корректности постановки краевых задач. Принцип суперпозиции решений. Принцип Сен-Венана. Постановки задач с краевыми условиями «в среднем».

3. Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости и задач свободного кручения

3.1. Плоская задача теории упругости

Плоская деформация, плоское напряженное состояние и обобщенное плоское напряженное состояние. Общая формулировка плоской задачи теории упругости. Функция напряжений. Краевая задача для функции напряжений. Теорема Леви. Решение плоской задачи в полиномах. Решение плоской задачи методом рядов Фурье. Решение плоской задачи методом преобразования Фурье.

3.2. Свободное кручение призматических стержней

Постановка задачи Сен-Венана о кручении. Полуобратный метод Сен-Венана. Функция депланации. Сведение задачи о кручении к краевым задачам Неймана и Дирихле для уравнения Лапласа. Функция напряжений Прандтля. Сведение задачи о кручении к краевой задаче Дирихле для уравнения Пуассона. Свойства решений задачи о кручении. Решение задач кручения в полиномах. Решение задач кручения методом рядов Фурье.

4. Введение в теорию тензоров

4.1. Основы теории тензоров

Понятие метрического пространства. Метод координат. Системы координат. Евклидово пространство. Декартова система координат. Преобразования систем координат. Геометрическое понятие вектора. Векторный координатный базис. Тензорный координатный базис. Определения тензора. Алгебра тензоров. Символы Кронекера и Леви-Чивиты. Инварианты тензоров.

4.2. Введение в анализ тензорных полей

Понятие тензорного поля. Дифференцирование тензорных полей. Интегральные теоремы. Вывод соотношений теории упругости на основе интегральных теорем.

5. Основные теоремы классической теории упругости

5.1. Основные теоремы классической теории упругости

Плотность потенциальной энергии упругой деформации. Формула Грина. Плотность дополнительной энергии упругой деформации. Формула Кастильяно. Закон сохранения энергии для идеально упругого тела. Теорема Кирхгофа о единственности решения. Теорема Клапейрона. Тождества Бетти и Сомильяны.

6. Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии

6.1. Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии

Обобщенный закон Гука. Тензор коэффициентов упругости. Общая упругая анизотропия. Частные случаи упругой анизотропии. Ортогонально анизотропное (ортотропное) тело. Трансверсально изотропное тело. Технические упругие постоянные в частных случаях упругой анизотропии.

7. Вариационные принципы и методы теории упругости

7.1. Вариационные принципы линейной теории упругости

Интегральное условие равновесия. Статически допустимые и кинематически допустимые состояния. Принцип виртуальных перемещений. Потенциальные внешние воздействия. Вариационный принцип Лагранжа. Принцип виртуальных напряжений. Вариационный принцип Кастильяно. Понятие об обобщенных вариационных принципах. Вариационный принцип Рейснера.

7.2. Вариационный метод Ритца и численный метод конечных элементов

Вариационный метод Ритца. МКЭ на основе вариационного принципа Лагранжа (метод перемещений). Условия сходимости. Факторы, влияющие на скорость сходимости. Априорные и апостериорные оценки погрешности решения. МКЭ на основе вариационного принципа Кастильяно (метод напряжений). Гибридные формулировки МКЭ.

3.3. Темы практических занятий

1. Применение метода Ритца для решения задачи свободного кручения;
2. Решение плоской задачи методом рядов Фурье;
3. Тензор малых деформаций;
4. Вариационные принципы теории упругости;
5. Математические формулировки краевых задач теории упругости. Постановка краевых задач с краевыми условиями «в среднем»;
6. Постановка задачи Сен-Венана о кручении. Решение задач кручения для стержней

- эллиптического и треугольного сечения;
7. Алгебра и анализ тензоров;
 8. Обобщенный закон Гука. Закон Гука для изотропного тела;
 9. Решение плоской задачи методом преобразования Фурье. Задачи Фламана, Черути, Максвелла;
 10. Решение задач кручения методом тригонометрических рядов для стержней прямоугольного сечения;
 11. Основные теоремы теории упругости;
 12. Математические формулировки краевых задач теории упругости. Постановка краевых задач с использованием обобщенных функций;
 13. Напряженно-деформированное состояние элементов конструкций из анизотропных материалов;
 14. Формулы Коши. Тензор напряжений;
 15. Формулировка плоских задач теории упругости. Решение плоской задачи в полиномах.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части раздела "Основы теории упругости"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части раздела "Основные краевые задачи теории упругости"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части темы "Плоская задача теории упругости"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение в теорию тензоров"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные теоремы классической теории упругости"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вариационные принципы и методы теории упругости"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 6 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Курсовая работа: "Постановка и методы решения плоских задач теории упругости"

График выполнения курсового проекта

| | | | |
|------------------|-------|--------|------------------|
| Неделя | 1 - 8 | 9 - 12 | Зачетная |
| Раздел курсового | 1 | 2 | Защита курсового |

| | | | |
|---|----|-----|---------|
| проекта | | | проекта |
| Объем раздела, % | 50 | 50 | - |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 50 | 100 | - |

| | |
|---------------|--|
| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
| 1 | Формулировка краевых задач теории упругости. Решение плоских задач в полиномах |
| 2 | Решение плоских задач теории упругости методом интегральных преобразований |

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) | |
|--|---------------------|--|---|---|---|---|---|---|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| Знать: | | | | | | | | | | |
| математические постановки краевых и вариационных задач, основные теоремы и принципы теории упругости | ИД-1ПК-1 | | + | | | | | | | Контрольная работа/Основные краевые задачи теории упругости |
| математический аппарат механики деформируемого твердого тела и теории упругости | ИД-1ПК-1 | | | | + | | | | | Тестирование/Введение в теорию тензоров |
| - основные положения механики деформируемого твердого тела и теории упругости, определения и физический смысл характеристик напряженно-деформированного состояния | ИД-1ПК-1 | + | | | | | | | | Тестирование/Основы теории упругости |
| закономерности, определяющие деформирование упругих тел, и их физико-механические характеристики | ИД-5ПК-1 | | | | | | | + | | Расчетно-графическая работа/Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии |
| Уметь: | | | | | | | | | | |
| использовать аналитические методы для решения плоских краевых задач теории упругости, проводить анализ результатов определения напряженно-деформированного состояния | ИД-1ПК-1 | | | + | | | | | | Контрольная работа/Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости |
| применять основные теоремы и принципы теории упругости для анализа механического состояния линейно упругих тел | ИД-1ПК-1 | | | | | + | | | + | Контрольная работа/Вариационные принципы теории упругости Контрольная работа/Основные теоремы классической теории упругости |
| математически корректно формулировать задачи теории упругости для заданных расчетных моделей | ИД-1ПК-1 | | | + | | | | | | Контрольная работа/Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости |
| использовать аналитические методы для решения краевых задач свободного кручения стержней, | ИД-5ПК-1 | | | | | | | | + | Контрольная работа/Вариационные принципы теории упругости |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| проводить анализ результатов определения напряженно-деформированного состояния | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Основные краевые задачи теории упругости (Контрольная работа)
2. Основы теории упругости (Тестирование)
3. Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости (Контрольная работа)

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Вариационные принципы теории упругости (Контрольная работа)
2. Введение в теорию тензоров (Тестирование)
3. Основные теоремы классической теории упругости (Контрольная работа)
4. Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

Итоговая оценка по курсу определяется по результатам промежуточной аттестации и контроля текущей успеваемости в соответствии с действующим Положением о проведении промежуточной аттестации НИУ "МЭИ"

Курсовой проект (КП) (Семестр №6)

Итоговая оценка по курсу определяется по результатам промежуточной аттестации и контроля текущей успеваемости в соответствии с действующим Положением о проведении промежуточной аттестации НИУ "МЭИ"

Экзамен (Семестр №7)

При выставлении итоговой оценки по дисциплине учитываются баллы по промежуточной аттестации и по текущей успеваемости в соответствии с действующим Положением о проведении промежуточной аттестации НИУ "МЭИ"

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Хан, Х. Теория упругости: Основы линейной теории и ее применения : пер. с нем. / Х. Хан. – М. : Мир, 1988. – 344 с.;

2. А. Г. Горшков, Э. И. Старовойтов, Д. В. Тарлаковский- "Теория упругости и пластичности", Издательство: "Физматлит", Москва, 2002 - (417 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76683>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. Acrobat Reader;
3. Scilab;
4. GNU Octave.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
4. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|--|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Б-418, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Б-418, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Б-418, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой | стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный |
| | НТБ-303, Лекционная аудитория | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Б-110/3, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ" | кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер |
| Помещения для хранения | Б-06а, Учебная | стеллаж для хранения книг |

| | | |
|--------------------------------------|-------------|--|
| оборудования и учебного инвентаря | лаборатория | |
|--------------------------------------|-------------|--|

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория упругости

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Основы теории упругости (Тестирование)

КМ-2 Основные краевые задачи теории упругости (Контрольная работа)

КМ-3 Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 |
|---------------|--|------------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 |
| 1 | Основы теории упругости | | | | |
| 1.1 | Введение в теорию упругости | | + | | |
| 1.2 | Кинематический и статический анализ сплошной среды | | + | | |
| 2 | Основные краевые задачи теории упругости | | | | |
| 2.1 | Уравнения состояния идеально упругого тела | | | + | |
| 2.2 | Основные уравнения и краевые задачи теории упругости | | | + | |
| 3 | Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости и задач свободного кручения | | | | |
| 3.1 | Плоская задача теории упругости | | | | + |
| 3.2 | Свободное кручение призматических стержней | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 30 | 35 | 35 |

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-4 Введение в теорию тензоров (Тестирование)

КМ-5 Основные теоремы классической теории упругости (Контрольная работа)

КМ-6 Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии (Расчетно-графическая работа)

КМ-7 Вариационные принципы теории упругости (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер | Раздел дисциплины | Индекс | КМ- | КМ- | КМ- | КМ- |
|-------|-------------------|--------|-----|-----|-----|-----|
|-------|-------------------|--------|-----|-----|-----|-----|

| раздела | | КМ: | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------|---|---------------|----|----|----|----|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 15 |
| 1 | Введение в теорию тензоров | | | | | |
| 1.1 | Основы теории тензоров | | + | | | |
| 1.2 | Введение в анализ тензорных полей | | + | | | |
| 2 | Основные теоремы классической теории упругости | | | | | |
| 2.1 | Основные теоремы классической теории упругости | | | + | | + |
| 3 | Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии | | | | | |
| 3.1 | Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии | | | | + | |
| 4 | Вариационные принципы и методы теории упругости | | | | | |
| 4.1 | Вариационные принципы линейной теории упругости | | | + | | + |
| 4.2 | Вариационный метод Ритца и численный метод конечных элементов | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 25 | 25 | 25 | 25 |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Теория упругости

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

КМ-1 Формулировка краевых задач теории упругости. Решение плоских задач в полиномах

КМ-2 Решение плоских задач теории упругости методом интегральных преобразований

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 |
|---------------|--|------------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 8 | 12 |
| 1 | Формулировка краевых задач теории упругости. Решение плоских задач в полиномах | | + | |
| 2 | Решение плоских задач теории упругости методом интегральных преобразований | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 50 | 50 |