

**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

**Оценочные материалы
по дисциплине
Теория упругости**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

С.Ф.

Кузнецов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

И.В.

Меркурьев

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

ИД-1 Формулирует математическую постановку задач механики сплошной среды и деформируемого твердого тела применительно к объектам профессиональной деятельности

ИД-2 Способен получить аналитические решения ряда задач механики сплошной среды и деформируемого твердого тела

2. 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 Способен разработать расчетную модель объекта профессиональной деятельности

ИД-5 Способен выполнить анализ результатов расчетов, сформулировать выводы и рекомендации

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Вариационные принципы теории упругости (Контрольная работа)

2. Введение в теорию тензоров (Тестирование)

3. Основные краевые задачи теории упругости (Контрольная работа)

4. Основные теоремы классической теории упругости (Контрольная работа)

5. Основы теории упругости (Тестирование)

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

7. Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости (Контрольная работа)

БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3
	Срок КМ:	4	8	12
Основы теории упругости				

Введение в теорию упругости	+		
Кинематический и статический анализ сплошной среды	+		
Основные краевые задачи теории упругости			
Уравнения состояния идеально упругого тела		+	
Основные уравнения и краевые задачи теории упругости		+	
Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости и задач свободного кручения			
Плоская задача теории упругости			+
Свободное кручение призматических стержней			+
Вес КМ:	30	35	35

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	4	8	12	15
Введение в теорию тензоров					
Основы теории тензоров	+				
Введение в анализ тензорных полей	+				
Основные теоремы классической теории упругости					
Основные теоремы классической теории упругости			+		+
Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии					
Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии				+	
Вариационные принципы и методы теории упругости					
Вариационные принципы линейной теории упругости			+		+
Вариационный метод Ритца и численный метод конечных элементов					+
Вес КМ:	25	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	8	12

Формулировка краевых задач теории упругости. Решение плоских задач в полиномах	+	
Решение плоских задач теории упругости методом интегральных преобразований		+
Вес КМ:	50	50

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-11	ИД-1 _{ОПК-11} Формулирует математическую постановку задач механики сплошной среды и деформируемого твердого тела применительно к объектам профессиональной деятельности	Знать: математический аппарат механики деформируемого твердого тела и теории упругости Уметь: математически корректно формулировать задачи теории упругости для заданных расчетных моделей	Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости (Контрольная работа) Введение в теорию тензоров (Тестирование)
ОПК-11	ИД-2 _{ОПК-11} Способен получить аналитические решения ряда задач механики сплошной среды и деформируемого твердого тела	Знать: математические постановки краевых и вариационных задач, основные теоремы и принципы теории упругости Уметь: использовать аналитические методы для решения плоских краевых задач теории упругости, проводить анализ результатов определения	Основные краевые задачи теории упругости (Контрольная работа) Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости (Контрольная работа)

			напряженно-деформированного состояния	
ПК-1	ИД-1 _{ПК-1} разработать модель профессиональной деятельности	Способен разработать расчетную модель объекта	Знать: - основные положения механики деформируемого твердого тела и теории упругости, определения и физический смысл характеристик напряженно-деформированного состояния Уметь: применять основные теоремы и принципы теории упругости для анализа механического состояния линейно упругих тел	Основы теории упругости (Тестирование) Основные теоремы классической теории упругости (Контрольная работа) Вариационные принципы теории упругости (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-5 _{ПК-1} выполнить результаты, сформулировать рекомендации	Способен анализ расчетов, выводы и	Знать: закономерности, определяющие деформирование упругих тел, и их физико-механические характеристики Уметь: использовать аналитические методы для решения краевых задач свободного кручения стержней, проводить	Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии (Расчетно-графическая работа) Вариационные принципы теории упругости (Контрольная работа)

		анализ результатов определения напряженно- деформированного состояния	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

6 семестр

КМ-1. Основы теории упругости

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование проводится в часы аудиторных занятий по индивидуальным вариантам заданий, продолжительность выполнения заданий - 20 мин., продолжительность проверки заданий - 15 мин. Ошибки, обнаруженные при проверке, обсуждаются на групповом занятии

Краткое содержание задания:

Тестирование направлено на проверку знаний аксиоматических основ теории упругости, терминов, определений, а также физического содержания основных характеристик механического состояния деформируемых твердых тел

Контрольные вопросы/задания:

Знать: - основные положения механики деформируемого твердого тела и теории упругости, определения и физический смысл характеристик напряженно-деформированного состояния	1. Дайте определение понятию идеальной упругости
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Верными являются ответы на все вопросы задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания не является полностью верным

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания является полностью неверным ли ответы на два вопроса задания не являются полностью верными

КМ-2. Основные краевые задачи теории упругости

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контроль проводится в часы аудиторных занятий по индивидуальным вариантам заданий, продолжительность

выполнения заданий - 30 мин., продолжительность проверки заданий - 15 мин. Ошибки, обнаруженные при проверке, обсуждаются на групповом занятии

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку знаний основных соотношений и уравнений линейной теории упругости и умений формулировать математические задачи определения механического состояния упруго деформируемых тел

Контрольные вопросы/задания:

Знать: математические постановки краевых и вариационных задач, основные теоремы и принципы теории упругости	1.Каковы исходные предпосылки получения и физический смысл уравнений равновесия Навье?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Верными являются ответы на все вопросы задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания не является полностью верным

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания является полностью неверным ли ответы на два вопроса задания не являются полностью верными

КМ-3. Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контроль проводится в часы аудиторных занятий по индивидуальным вариантам заданий, продолжительность выполнения заданий - 30 мин., продолжительность проверки заданий - 15 мин. Ошибки, обнаруженные при проверке, обсуждаются на групповом занятии

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку знаний основных соотношений и уравнений плоской задачи теории упругости, умений корректно формулировать задачи данного типа в строгой постановке, а также с использованием интегральных краевых условий и применять математические методы для их решения

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: математически корректно формулировать задачи теории упругости для заданных расчетных моделей	1.Для заданного варианта расчетной схемы дать строгую математическую формулировку плоской задачи теории упругости
Уметь: использовать	1.Для заданного варианта расчетной схемы дать

аналитические методы для решения плоских краевых задач теории упругости, проводить анализ результатов определения напряженно-деформированного состояния	математическую формулировку плоской задачи теории упругости с использованием интегральных краевых условий
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Верными являются ответы на все вопросы задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания не является полностью верным

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания является полностью неверным ли ответы на два вопроса задания не являются полностью верными

7 семестр

КМ-4. Введение в теорию тензоров

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование проводится во время аудиторных занятий. Продолжительность тестирования - 20 мин. Работы выполняются индивидуально по вариантам задания. Время проверки заданий - 30 мин. Сделанные ошибки обсуждаются на групповом занятии.

Краткое содержание задания:

Тестирование проводится с целью проверки знаний основных понятий, определений, алгебраических операций над тензорами и элементов анализа тензорных полей

Контрольные вопросы/задания:

Знать: математический аппарат механики деформируемого твердого тела и теории упругости	<p>1. Результат тензорного выражения $a_{jk} \&nbsp; b_{jk}$ при $a_{jk} = a_{kj}$ и $b_{jk} = -b_{kj}$:</p> <p>1) 0</p> <p>2) компоненты тензора ранга 2</p> <p>3) 0-тензор ранга 2</p> <p>4) 0-тензор ранга 1</p> <p>5) компоненты тензора ранга 3</p> <p>6) компоненты тензора ранга 4</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Даны полностью правильные ответы на все вопросы задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 83

Описание характеристики выполнения знания: Даны полностью правильные ответы на 5 из 6 вопросов задания

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 67

Описание характеристики выполнения знания: Даны полностью правильные ответы на 4 из 6 вопросов задания

КМ-5. Основные теоремы классической теории упругости

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контроль проводится во время аудиторных занятий. Продолжительность выполнения задания - 45 мин. Задания выполняются по индивидуальным вариантам. Время проверки заданий - 20 мин. Сделанные ошибки обсуждаются на групповом занятии

Краткое содержание задания:

Контрольная работа проводится с целью проверки знаний формулировок основных теорем и принципов теории упругости и умения их применения при формулировке и решении краевых задач теории упругости

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять основные теоремы и принципы теории упругости для анализа механического состояния линейно упругих тел	1.Предложите методику экспериментального определения упругих постоянных ортотропного линейно упругого материала при заданной ориентации главных направлений анизотропии
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на все вопросы задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания содержит незначительные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания не может быть признан правильным

КМ-6. Уравнения состояния в частных случаях упругой анизотропии

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: По результатам работы во время занятий проводится проверка выполнения задания. Как правило, студент излагает результаты своей работы на групповом занятии. На одного студента отводится не более 10 минут,

Краткое содержание задания:

Дать строгие математические формулировки задач свободного кручения стержней заданных поперечных сечений.

Изложить содержание методов решения поставленных задач, получить расчетные соотношения, необходимые для сопоставления характеристик жесткости и прочности стержней

Контрольные вопросы/задания:

Знать: закономерности, определяющие деформирование упругих тел, и их физико-механические характеристики	1.Какая величина является характеристикой жесткости стержня при свободном кручении?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в полном объеме и не содержит ошибок, существенно влияющих на результаты решения и заключительные выводы

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Основные этапы решения выполнены правильно, но работа содержит незначительные ошибки и нарушения правил оформления

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа содержит ошибки. Отдельные результаты решения неверны

КМ-7. Вариационные принципы теории упругости

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контроль проводится во время аудиторных занятий. Продолжительность выполнения задания - 45 мин. Задания выполняются по индивидуальным вариантам. Время проверки заданий - 20 мин. Сделанные ошибки обсуждаются на групповом занятии

Краткое содержание задания:

Контрольная работа проводится с целью проверки знаний формулировок основных вариационных принципов теории упругости, вариационных постановок задач об определении механического состояния, умения применять вариационные принципы на примерах модельных задач

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять основные	1.На основе теоремы Лагранжа о минимуме полной
---------------------------	--

теоремы и принципы теории упругости для анализа механического состояния линейно упругих тел	потенциальной энергии получить уравнения равновесия в перемещениях для предложенного варианта стержневой системы
Уметь: использовать аналитические методы для решения краевых задач свободного кручения стержней, проводить анализ результатов определения напряженно-деформированного состояния	1. На основе теоремы Кастильяно о минимуме дополнительной потенциальной энергии получить уравнение совместности в усилиях для предложенного варианта стержневой системы

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на все вопросы задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания содержит незначительные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания не может быть признан правильным

Для курсового проекта/работы

6 семестр

I. Описание КП/КР

Курсовая работа ориентирована на закрепление знаний и развитие умений математически корректно формулировать задачи теории упругости и применять аналитические методы решения в классе двумерных (плоских) задач

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Часть 1. Решение плоских задач теории упругости в полиномах и тригонометрических рядах

1.1. Для призматического тела с заданной системой внешних нагрузок привести математическую формулировку задачи теории упругости в общей трехмерной постановке.

1.2. Сформулировать плоскую задачу теории упругости, предоставив соответствующие обоснования.

1.3. Привести формулировку задачи п.1.2 с использованием интегральных краевых условий.

1.4. Получить решение задачи п.1.3 в полиномах или тригонометрических рядах.

1.5. Дать формулировку и получить решение задачи на основе предположений прикладной теории стержней. Сопоставить полученное решение с решением п.1.4.

Часть 2. Применение метода интегрального преобразования Фурье к решению плоской задачи теории упругости

2.1. Для упругой полуплоскости с заданной на границе системой внешних нагрузок сформулировать плоскую задачу теории упругости.

2.2. Получить решение задачи с применением интегрального преобразования Фурье.

2.3. Дать сопоставление с результатами решения задачи для статически эквивалентной нагрузки. Оценить границы применимости принципа Сен-Венана.

Тематика КП/КР:

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

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

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

КМ-2. Решение плоских задач теории упругости методом интегральных преобразований

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Элементарный вывод уравнений равновесия и закона парности касательных напряжений.
2. Принцип Сен-Венана (формулировки и примеры применения).
3. Для предложенной расчетной схемы:
 - а) Привести строгую математическую формулировку плоской задачи теории упругости.
 - б) Дать формулировку задачи с использованием краевых условий «в среднем».
 - в) Предложить метод решения поставленной задачи. Изложить основные этапы решения

Процедура проведения

Предусматривается устный контроль по билетам. Процедура проведения устного экзамена регламентируется действующим Положением о проведении промежуточной аттестации НИУ "МЭИ"

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-11} Формулирует математическую постановку задач механики сплошной среды и деформируемого твердого тела применительно к объектам профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Понятие внутренних сил. Основной методологический принцип механики сплошной среды
2. Уравнения равновесия Навье. Статически неопределимый характер задач теории упругости
3. Основные краевые задачи теории упругости (формулировки и примеры)

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Коэффициентом пропорциональности между касательными напряжениями и углами сдвига в обобщенном законе Гука для изотропного материала является ...

Ответы:

- 1) удвоенная величина модуля сдвига ($2G$)
 - 2) модуль сдвига (G)
 - 3) модуль продольной упругости (E)
 - 4) коэффициент Пуассона (ν)
 - 5) $\frac{1}{2}$ величины модуля сдвига ($\frac{1}{2}G$)
 - 6) коэффициент Пуассона, взятый с обратным знаком
- Верный ответ: 2) модуль сдвига (G)

2. Изменение пространственного положения элементарных объемов деформируемого твердого тела характеризуется ...

Ответы:

- 1) распределением компонент вектора напряжений на площадках заданной постоянной ориентации
- 2) распределением компонент тензора напряжений
- 3) распределением компонент тензора вращений
- 4) распределением компонент вектора объемных сил
- 5) распределением компонент тензора деформаций
- 6) распределением компонент вектора перемещений

Верный ответ: б) распределением компонент вектора перемещений

3.Какая из гипотез классической теории упругости определяет независимость упругих характеристик материала от способа введения системы координат?

Ответы:

- 1) гипотеза сплошности
- 2) гипотеза идеальной упругости
- 3) гипотеза центрального взаимодействия
- 4) гипотеза однородности
- 5) гипотеза изотропии
- 6) гипотеза малости геометрических изменений

Верный ответ: 5) гипотеза изотропии

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-11} Способен получить аналитические решения ряда задач механики сплошной среды и деформируемого твердого тела

Вопросы, задания

1.Задача Сен-Венана. Полуобратный метод Сен-Венана. Постановка задачи о свободном кручении

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Формулы Коши

определяют... (*выберите все правильные варианты ответа*)

Ответы:

- 1) вектор напряжений на площадке заданной ориентации
- 2) свойство симметрии тензора напряжений
- 3) тензорные свойства внутренних сил, действующих на элементарный объем
- 4) внутренние силы, действующие на элементарный объем тела, с помощью векторов напряжений на трех взаимно ортогональных площадках
- 5) условие равновесия элементарного тетраэдра
- 6) условие равновесия элементарного параллелепипеда

Верный ответ: 1) вектор напряжений на площадке заданной ориентации 3)

тензорные свойства внутренних сил, действующих на элементарный объем 4)

внутренние силы, действующие на элементарный объем тела, с помощью векторов

напряжений на трех взаимно ортогональных площадках 5) условие равновесия

элементарного тетраэдра

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Способен разработать расчетную модель объекта профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1.Основные свойства зависимостей между напряжениями и деформациями в случае идеальной упругости

2.Закон Гука для изотропного тела. Технические упругие постоянные изотропного тела

3.Принцип Сен-Венана (формулировки и примеры применения)

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Физическая размерность компонент тензора деформаций -

Ответы:

- 1) Н
- 2) $\frac{H}{M^2}$
- 3) $\frac{H}{M}$
- 4) $\frac{H}{M^3}$
- 5) 1
- 6) М

Верный ответ: 5) 1

4. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ПК-1} Способен выполнить анализ результатов расчетов, сформулировать выводы и рекомендации

Вопросы, задания

1. Плоское напряженное состояние. Основные уравнения и краевые условия. Условия реализации

2. Функция напряжений. Формулировка плоских задач с использованием функции напряжений при отсутствии массовых сил. Теорема Леви

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Верными являются ответы на все вопросы задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания не является полностью верным

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на один из вопросов задания является полностью неверным ли ответы на два вопроса задания не являются полностью верными

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Дополнительная энергия упругой деформации. Формула Кастильяно
2. Технические упругие постоянные изотропного тела
3. Для заданной стержневой системы получить условия равновесия на основе применения теоремы Лагранжа о минимуме полной потенциальной энергии

Процедура проведения

Процедура проведения устного экзамена регламентируется действующим Положением о проведении промежуточной аттестации НИУ "МЭИ"

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-11} Способен получить аналитические решения ряда задач механики сплошной среды и деформируемого твердого тела

Вопросы, задания

1. Теорема Кирхгофа о единственности решения основных краевых задач теории упругости
2. Априорные оценки погрешности решения по методу Ритца на основе вариационных принципов Лагранжа и Кастильяно

Материалы для проверки остаточных знаний

1. При свободном кручении стержней касательные напряжения принимают наибольшие значения ... (выбрать правильный вариант ответа)

Ответы:

- а) в центре тяжести сечения
- б) на контуре, ограничивающем сечение
- в) в одной из внутренних точек сечения
- г) во внешних угловых точках контура, ограничивающего сечение
- д) в точках контура, наиболее удаленных от центра тяжести

Верный ответ: б) на контуре, ограничивающем сечение

2. Приближенные решения задач теории упругости по методу Ритца на основе теоремы Лагранжа о минимуме полной потенциальной энергии ... (выбрать правильный вариант ответа)

Ответы:

- а) не являются односторонними приближениями к точному решению
- б) дают верхнюю оценку для компонент вектора перемещений
- в) дают нижнюю оценку для компонент вектора перемещений
- г) дают верхнюю оценку для компонент тензора напряжений
- д) дают нижнюю оценку для компонент тензора напряжений

Верный ответ: в) дают нижнюю оценку для компонент вектора перемещений

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Способен разработать расчетную модель объекта профессиональной деятельности

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В каком диапазоне значений может находиться величина коэффициента Пуассона ν при идеально упругом деформировании?

(выбрать правильный вариант ответа)

Ответы:

- а) $0 \leq \nu \leq 1$
- б) $-1 < \nu < 1$
- в) $-1 \leq \nu \leq \frac{1}{2}$
- г) $0 < \nu < \frac{1}{2}$
- д) $-\frac{1}{2} < \nu < \frac{1}{2}$

Верный ответ: в)

3. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ПК-1} Способен выполнить анализ результатов расчетов, сформулировать выводы и рекомендации

Вопросы, задания

1. Особенности и способы аппроксимации решений в методе конечных элементов

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Сколько независимых упругих постоянных определяют упругие свойства изотропного материала?

(выбрать правильный вариант ответа)

Ответы:

- а) 21
- б) 13
- в) 2
- г) 5
- д) 9

Верный ответ: в) 2

2. Несжимаемый изотропный идеально упругий материал характеризуется... (привести все правильные варианты ответов)

Ответы:

- а) значением коэффициента Пуассона $\nu = 1/2$
- б) соотношением между модулем сдвига и модулем продольной упругости $G/E = 1/3$
- в) равенством нулю относительной объемной деформации
- г) равенством нулю среднего гидростатического напряжения $\sigma = 0$
- д) равенством нулю относительных удлинений

Верный ответ: а) значением коэффициента Пуассона $1/2$ б) соотношением между модулем сдвига и модулем продольной упругости $1/3$ в) равенством нулю относительной объемной деформации

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Ответы на вопросы билета даны в полном объеме и не содержат существенных ошибок

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Ответы на вопросы билета даны в полном объеме, но содержат отдельные существенные недочеты

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Ответы на вопросы билета даны не в полном объеме и содержат отдельные существенные недочеты

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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"

Для курсового проекта/работы:

6 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Результаты выполнения курсовой работы проходят предварительную проверку. Все обнаруженные ошибки и нарушения правил оформления должны быть исправлены перед защитой. На защите студент получает дополнительные вопросы по теме работы. Продолжительность защиты для студента не более 10 мин.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Имеются только отдельные незначительные ошибки (не влияющие на правильность результатов и выводов) при решении задач и оформлении работы. Ответы на вопросы при защите удовлетворительны

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Допущены систематические незначительные ошибки при решении задач и оформлении работы. Ответы на вопросы при защите удовлетворительны

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Допущена грубая ошибка, влияющая на правильность результатов и выводов при решении задач, имеются незначительные ошибки при оформлении работы. Ответы на вопросы при защите удовлетворительны

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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