

**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
2023**

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. ПК-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

2. ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

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)

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

\$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
ПК-1	ПК-1(Компетенция)	Знать: основные положения механики деформируемого твердого тела и теории упругости, определения и физический смысл характеристик напряженно-деформированного состояния, закономерности, определяющие деформирование упругих тел, и их физико-механические характеристики Уметь: формулировать задачи теории упругости для заданных расчетных схем	Основы теории упругости (Тестирование) Основные краевые задачи теории упругости (Контрольная работа)
ПК-2	ПК-2(Компетенция)	Знать: основные уравнения, математические постановки основных краевых задач и принципы	Основные краевые задачи теории упругости (Контрольная работа) Формулировки и методы решения плоских задач теории упругости (Контрольная работа)

		линейной теории упругости Уметь: использовать аналитические методы для решения плоских краевых задач теории упругости, проводить анализ результатов определения напряженно- деформированного состояния	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

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, закономерности, определяющие деформирование упругих тел, и их физико-механические характеристики	1. Дайте определение понятию идеальной упругости 2. Раскройте содержание гипотезы изотропии упругих свойств 3. Какая из гипотез классической теории упругости определяет свойство симметрии тензора напряжений? 4. Приведите число независимых физических постоянных, характеризующих упругие свойства однородного изотропного материала 5. Какова физическая размерность компонент тензора деформаций?
--	---

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 или 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: основные уравнения, математические постановки основных краевых задач и принципы линейной теории упругости	1.Каковы исходные предпосылки получения и физический смысл уравнений равновесия Навье?
Уметь: формулировать задачи теории упругости для заданных расчетных схем	1.Представьте пример формулировки первой основной краевой задачи теории 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-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: использовать аналитические методы для решения плоских краевых задач теории упругости, проводить анализ результатов определения напряженно-деформированного состояния	1.Предложить метод решения поставленной плоской задачи и изложить основные этапы решения
---	--

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

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: ПК-1(Компетенция)

Вопросы, задания

- 1.Аксиоматические основы классической теории упругости
- 2.Понятие внутренних сил. Основной методологический принцип механики сплошной среды
- 3.Физический смысл компонент тензора малых деформаций
- 4.Закон Гука для изотропного тела. Технические упругие постоянные изотропного тела
- 5.Плоское напряженное состояние. Основные уравнения и краевые условия. Условия реализации
- 6.Задача Сен-Венана. Полуобратный метод Сен-Венана. Постановка задачи о свободном кручении

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.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

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: ПК-2(Компетенция)

Вопросы, задания

- 1.Уравнения равновесия Навье. Статически неопределимый характер задач теории упругости
- 2.Основные свойства зависимостей между напряжениями и деформациями в случае идеальной упругости
- 3.Основные краевые задачи теории упругости (формулировки и примеры)
- 4.Принцип Сен-Венана (формулировки и примеры применения)
- 5.Интегральные краевые условия (условия «в среднем»)
- 6.Функция напряжений. Формулировка плоских задач с использованием функции напряжений при отсутствии массовых сил. Теорема Леви

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.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: 6) распределением компонент вектора перемещений

- 2.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

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"

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"