

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

Направление подготовки/специальность: 15.03.01 Машиностроение

Наименование образовательной программы: Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Специальные главы механики сплошной среды**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гончаров А.Л.
	Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe

(подпись)

А.Л.

Гончаров

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петров П.Ю.
	Идентификатор	R653adc76-PetrovPY-f1c0c784

(подпись)

П.Ю. Петров

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Драгунов В.К.
	Идентификатор	R75d71719-DragunovVK-00c02b9f

(подпись)

В.К.

Драгунов

(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-4 умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении

2. ПК-2 умением обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Изгиб балок, лежащих на упругом основании (Контрольная работа)
2. Основы расчета по предельному состоянию (Контрольная работа)
3. Применение МКЭ для расчета стержневых систем (Контрольная работа)
4. Элементы теории ползучести (Контрольная работа)

БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Изгиб балок, лежащих на упругом основании					
Изгиб балок, лежащих на упругом основании			+	+	
Основы расчета по предельному состоянию					
Основы расчета по предельному состоянию		+	+	+	
Применение метода конечных элементов для расчета стержневых систем					

Применение метода конечных элементов для расчета стержневых систем			+	+
Элементы теории ползучести				
Элементы теории ползучести	+			
Вес КМ:	20	30	30	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Расчет балки на упругом основании		+			
Расчет по предельному состоянию статически неопределимых стержневых систем			+		
Расчет на прочность и жесткость МКЭ ступенчатого стержня, работающего на растяжение-сжатие				+	
Расчет на прочность и жесткость МКЭ плоской стержневой системы, работающей на изгиб					+
Определение собственных частот и форм свободных изгибных колебаний стержня					+
Вес КМ:	20	20	20	40	

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-4	ОПК-4(Компетенция)	<p>Знать:</p> <p>знать современные методы для разработки оптимальных конструкций энергетических установок и малоотходных машиностроительных технологий</p> <p>Уметь:</p> <p>рассчитывать показатели состояния деформируемых твёрдых тел конструкций энергетического машиностроения</p>	<p>Основы расчета по предельному состоянию (Контрольная работа)</p> <p>Применение МКЭ для расчета стержневых систем (Контрольная работа)</p>
ПК-2	ПК-2(Компетенция)	<p>Знать:</p> <p>принципы создания конечно- элементных математических моделей основных элементов конструкций энергомашиностроения</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить расчет балок на упругом основании</p> <p>рассчитывать элементы</p>	<p>Изгиб балок, лежащих на упругом основании (Контрольная работа)</p> <p>Основы расчета по предельному состоянию (Контрольная работа)</p> <p>Применение МКЭ для расчета стержневых систем (Контрольная работа)</p> <p>Элементы теории ползучести (Контрольная работа)</p>

		конструкций по предельному состоянию рассчитывать элементы конструкций с учетом ползучести применять метод конечных элементов для расчета элементов конструкций энергомашиностроения	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Изгиб балок, лежащих на упругом основании

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

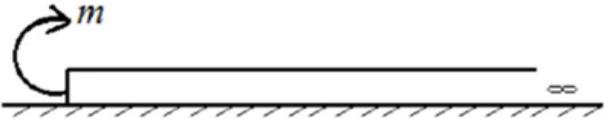
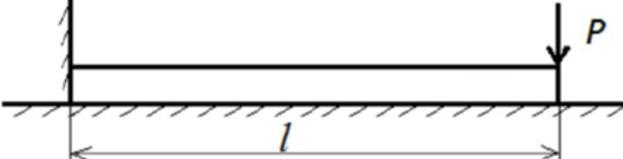
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, время на выполнение 45 минут

Краткое содержание задания:

Необходимо решить предложенную задачу по теме "Расчет балок, лежащих на упругом основании"

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать элементы конструкций по предельному состоянию	1. Получить формулу для максимального прогиба; $EI_x = \text{const}$; $C_0 = \text{const}$ 
Уметь: рассчитывать элементы конструкций с учетом ползучести	1. Определить прогиб правого края балки длиной l , нагруженной силой P ; $EI_x = \text{const}$; $C_0 = \text{const}$ 

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. Основы расчета по предельному состоянию

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

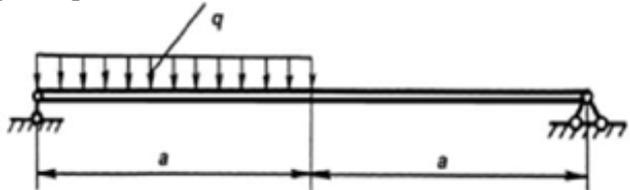
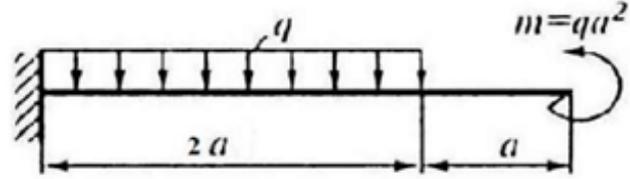
Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, время на выполнение 45 минут

Краткое содержание задания:

Необходимо решить предложенную задачу по теме "Основы расчета по предельному состоянию"

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: рассчитывать показатели состояния деформируемых твёрдых тел конструкций энергетического машиностроения</p>	<p>1. Определить опасную (соответствующую появлению текучести) и предельную нагрузки; поперечное сечение - прямоугольник с 2 заданными размерами</p> 
<p>Уметь: проводить расчет балок на упругом основании</p>	<p>1. Определить опасную (соответствующую появлению текучести) и предельную нагрузки; поперечное сечение - прямоугольник с заданными размерами</p> 

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. Применение МКЭ для расчета стержневых систем

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

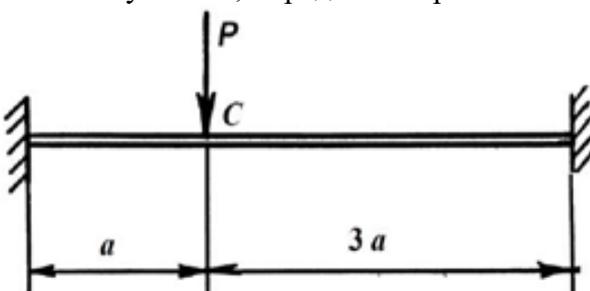
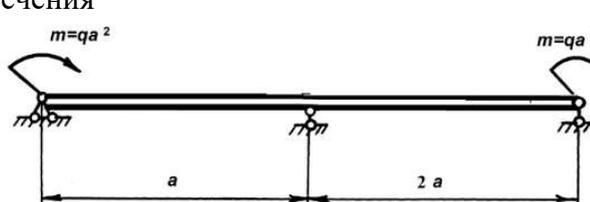
Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, время на выполнение 45 минут

Краткое содержание задания:

Необходимо решить предложенную задачу по теме "Применение МКЭ для расчета стержневых систем при изгибе"

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: знать современные методы для разработки оптимальных конструкций энергетических установок и малоотходных машиностроительных технологий</p>	<p>1. Как составить конечно-элементную модель конструкции, расчетная схема которой представлена в виде балки, нагруженной заданной внешней нагрузкой</p>
<p>Знать: принципы создания конечно-элементных математических моделей основных элементов конструкций энергомашиностроения</p>	<p>1. Как учитываются опорные закрепления при составлении конечно-элементной модели</p>
<p>Уметь: применять метод конечных элементов для расчета элементов конструкций энергомашиностроения</p>	<p>1. Используя МКЭ, определить прогиб сечения С</p>  <p>2. Используя МКЭ, определить угол поворота правого сечения</p> 

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. Элементы теории ползучести

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, время на выполнение 45 минут

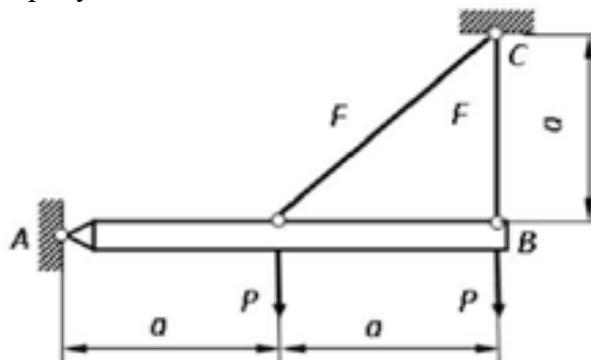
Краткое содержание задания:

Необходимо решить предложенную задачу по теме "Установившаяся ползучесть в стержневых системах"

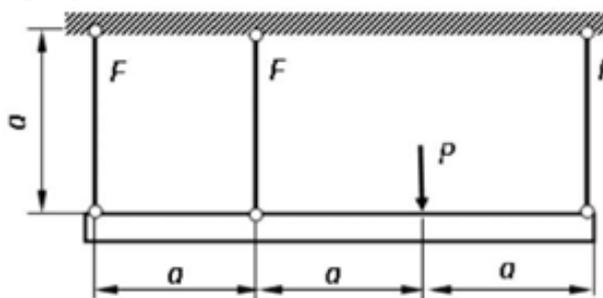
Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять метод конечных элементов для расчета элементов конструкций энергомашиностроения

1. Как изменятся напряжения в стержнях при установившейся ползучести? Параметры, указанные на рисунке, а также A , n считать известными.



2. Как изменятся напряжения в стержнях при установившейся ползучести? Параметры, указанные на рисунке, а также A , n считать.



Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

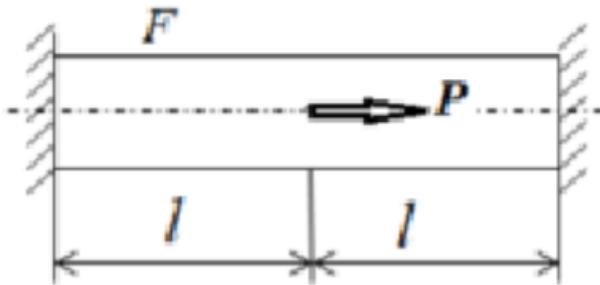
5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

БИЛЕТ №1

1. Сформулировать гипотезу Винклера для расчета балок на упругом основании. Записать дифференциальное уравнение изгиба балки на упругом основании.
2. Дать определение ползучести. Какие особенности расчетов на ползучесть?
3. Используя МКЭ построить эпюры N_z , $u(z)$



Процедура проведения

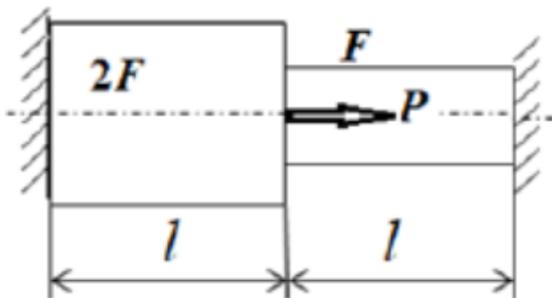
Студент получает вариант билета, ответ оформляет в письменной форме. Время на выполнение 90 минут

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

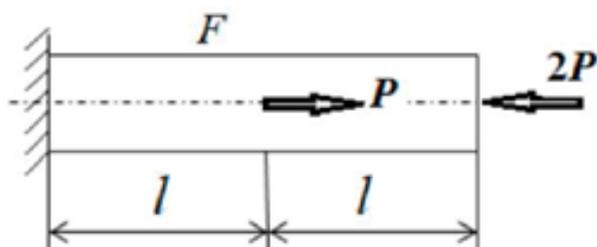
1. Компетенция/Индикатор: ОПК-4(Компетенция)

Вопросы, задания

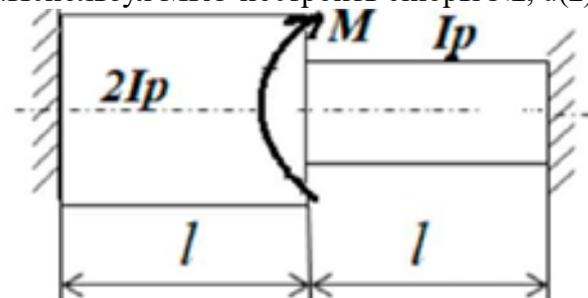
1. Что такое предельное состояние конструкции? Дать определение допустимой, опасной и предельной нагрузки
2. Записать основную систему разрешающих уравнений МКЭ. Как учитываются статические и кинематические граничные условия
3. Используя МКЭ построить эпюры N_z , $u(z)$



4. Используя МКЭ построить эпюры N_z , $u(z)$



5.Используя МКЭ построить эпюры N_z , $u(z)$



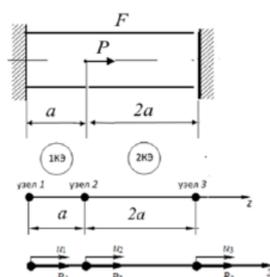
6.Сформулировать полную и частичную проблему собственных значений

Материалы для проверки остаточных знаний

1.

При определении перемещений методом конечных элементов в заданном стержне вектор эквивалентных узловых нагрузок имеет вид:

Ответы:



а) $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} R_1 \\ P \\ R_2 \end{bmatrix}$ б) $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 0 \\ P \\ 0 \end{bmatrix}$

в) $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} R_1 \\ 0 \\ R_2 \end{bmatrix}$

Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильный ответ Верный ответ: а)

2. Компетенция/Индикатор: ПК-2(Компетенция)

Вопросы, задания

1.Сформулировать гипотезу Винклера для расчета балок на упругом основании. Записать дифференциальное уравнение изгиба балки на упругом основании

2.Начертить вид эпюр касательных напряжений в опасном сечении, соответствующие допускаемому крутящему моменту, предельному крутящему моменту

3.Чему равно предельное значение внутреннего давления в толстостенном цилиндре, соответствующее наступлению предельного состояния?

4.Дать определение вектора напряжений. Записать формулы Коши

5.Описать алгоритм построения глобальных матриц жесткости и инерции

6.Записать общий вид уравнения состояния при ползучести. Записать степенной закон для скорости деформации при установившейся ползучести

7.Записать характеристики прочности при ползучести

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Длина краевого эффекта при расчете балок на упругом основании описывается формулой:

Ответы:

$$a) \lambda = \frac{\pi}{k}, k = \sqrt[4]{\frac{c}{4EI}}$$

$$b) \lambda = \frac{\pi l}{r}$$

$$в) \lambda = \frac{\pi}{k}, k = \sqrt[4]{\frac{Eh}{4DR^2}}$$

$$г) \lambda = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma}}$$

Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильный ответ Верный ответ: а)

2. В расчетах балки на упругом основании можно рассматривать как бесконечные или полубесконечные:

Ответы:

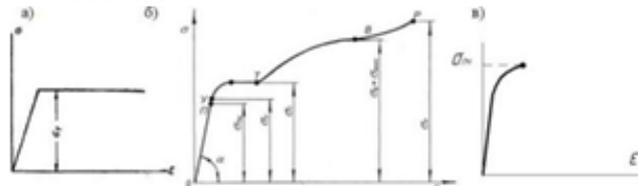
- а) если длина балки меньше длины краевого эффекта;
- б) если длина балки больше длины краевого эффекта;
- в) если длина балки равна длине краевого эффекта.

Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильные ответы Верный ответ: б) или в)

3.

Диаграмма Прандтля идеального упруго-пластического тела изображена на рисунке:

Ответы:



Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильный ответ Верный ответ: а)

4. Предельная нагрузка, это нагрузка, при которой:

Ответы:

- а) напряжение в опасной точке равно пределу текучести σ_T ;
- б) напряжение в опасной точке равно допускаемому напряжению $[\sigma]$;
- в) конструкция переходит в предельное состояние;
- г) напряжение в опасной точке равно пределу пропорциональности $\sigma_{пр}$.

Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильный ответ Верный ответ: в)

5. Допускаемые нагрузки, полученные из расчета по предельному состоянию:

Ответы:

- а) всегда выше или равны, чем допускаемые нагрузки, вычисленные из расчета по допускаемым напряжениям;
- б) всегда ниже, чем допускаемые нагрузки, вычисленные из расчета по допускаемым напряжениям;

в) всегда равны допускаемым нагрузкам, вычисленным из расчета по допускаемым напряжениям

Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильный ответ Верный ответ: а)

6.Обобщенный закон Гука в матричном виде имеет вид:

Ответы:

а) $\bar{\epsilon} = C \bar{\sigma}$, где C – матрица податливости;

б) $\bar{\sigma} = D \bar{\epsilon}$, где D – матрица упругости;

в) $\bar{\epsilon} = B \bar{u}$, где B – матрица деформаций;

г) $\bar{u} = H \bar{f}$, где H – матрица формы.

Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильный ответ Верный ответ: б)

7.При применении метода конечных элементов максимальная точность вычисления достигается для:

Ответы:

а) перемещений в узлах;

б) компонентов деформаций;

в) компонентов напряжений?

Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильный ответ Верный ответ: а)

8.Матрица жесткости двух узлового балочного конечного элемента имеет размер:

Ответы:

а) 2 x 2;

б) 4 x 4;

в) 4 x 6;

г) 6 x 6.

Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильный ответ Верный ответ: б)

9.Ползучесть материалов - это:

Ответы:

а) явление упрочнения металлов и сплавов вследствие изменения их структуры и фазового состава в процессе пластической деформации при температуре ниже температуры рекристаллизации;

б) процесс изменения деформаций и (или) напряжений с течением времени (обычно при высоких температурах);

в) явление возникновения поперечной деформации при продольном нагружении;

г) явление уменьшения предела упругой деформации после предварительной малой пластической деформации противоположного знака.

Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильный ответ Верный ответ: б)

10.Кривые ползучести - это графики экспериментальной зависимости:

Ответы:

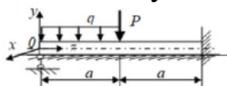
а) напряжения от времени $\sigma(t)$ при $T = const$;

б) напряжения от температуры $\sigma(T)$ при $\epsilon = const$;

в) напряжения от деформации $\sigma(\epsilon)$ при $T = const$;

г) деформации от времени $\epsilon(t)$ при $T = const$, $\sigma = const$.

Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильный ответ Верный ответ: в)



11. Для заданной балки, лежащей на упругом основании, начальные параметры на левом краю балки будут:

Ответы:

$v_0 = ?$	$v_0 = 0$	$v_0 = 0$
$\varphi_0 = ?$	$\varphi_0 = 0$	$\varphi_0 = ?$
а) $M_{x0} = 0$	б) $M_{x0} = ?$	в) $M_{x0} = 0$
$Q_0 = ?$	$Q_0 = ?$	$Q_0 = ?$
$q_0 = 0$	$q_0 = -q$	$q_0 = -q$

Верный ответ: Ответы: нужно выбрать правильный ответ Верный ответ: в)

12. Установите соответствие между стадиями ползучести и их определениями:

Ответы:

- а) неустановившаяся ползучесть,
- б) установившаяся ползучесть,
- в) стадия разрушения.

- 1) постоянная скорость деформации $\dot{\epsilon} = const > 0$, $\ddot{\epsilon} = 0$,
- 2) скорость деформации постепенно уменьшается $\dot{\epsilon} > 0$, $\ddot{\epsilon} < 0$,
- 3) скорость деформации непрерывно возрастает, $\dot{\epsilon} > 0$, $\ddot{\epsilon} > 0$.

Верный ответ: Ответы: нужно составить правильные пары между терминами (а, б, в) и их определениями (1, 2, 3) Верный ответ: а - 2, б - 1, в - 3

13. Установите соответствие между матрицами жесткости конечного элемента и видом конечного элемента:

Ответы:

- а) балочный конечный элемент,
- б) стержневой конечный элемент, работающий на растяжение-сжатие,
- в) стержневой конечный элемент, работающий на кручение.

1) $K_k = \frac{EF}{a} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$ 2) $K_k = \frac{GI_p}{a} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$ 3) $K_k = \frac{EI_x}{a^3} \begin{bmatrix} 12 & 6a & -12 & 6a \\ 6a & 4a^2 & -6a & 2a^2 \\ -12 & -6a & 12 & -6a \\ 6a & 2a^2 & -6a & 4a^2 \end{bmatrix}$

здесь а - длина конечного элемента

Верный ответ: Ответы: нужно составить правильные пары между видом конечного элемента (а, б, в) и матрицами жесткости (1, 2, 3) Верный ответ: а - 3, б - 1, в - 1

14. Упорядочите нагрузки в порядке возрастания:

Ответы:

- а) предельная;
- б) допускаемая;
- в) опасная.

Верный ответ: Ответы: нужно расположить варианты в правильном порядке Верный ответ: б-в-а

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Ответы даны верно на все вопросы, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Ответы даны в рамках "порогового" уровня. На один из вопросов дан полный ответ.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Для курсового проекта/работы:

5 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Студент оформляет курсовую работу в соответствии с правилами, установленными в МЭИ. Защита курсовой работы происходит индивидуально с использованием компьютера. Студент демонстрирует работу программы и описывает ход выполнения работы, при необходимости корректируя условия вычислений, объясняет получаемые результаты. Время защиты - не более 15 минут. Для допуска к защите курсовая работа должна быть предварительно сдана на проверку, иметь все необходимые разделы и не иметь замечаний.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» Итоговая оценка определяется на основании соотнесения текущей оценки и оценки по промежуточной аттестации.