

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

дисциплины

Б1.О.31 «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

для специальности

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

по специализациям:

«Пассажирские вагоны»

«Грузовые вагоны»

«Технология производства и ремонта подвижного состава»

«Локомотивы»

«Электрический транспорт железных дорог»

«Высокоскоростной наземный транспорт»

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Оценочные материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры
«Механика и прочность материалов и конструкций»
Протокол № 6 от 18.12.2024 г.

Заведующий кафедрой
«Механика и прочность материалов и
конструкций»

«___» _____ 2024 г.

С.А. Видюшенков

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО

«___» _____ 2024 г.

Ю.П. Бороненко

Руководитель ОПОП ВО

«___» _____ 2024 г.

Д.Н. Курилкин

Руководитель ОПОП ВО

«___» _____ 2024 г.

А.М. Евстафьев

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы

Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы, приведены в п. 2 рабочей программы.

2. Задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижения компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Перечень материалов, необходимых для оценки индикатора достижения компетенций, приведен в таблицах 2.1 и 2.2.

Т а б л и ц а 2.1

Для очной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
<i>ОПК-4 Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов</i>		
<i>ОПК-4.3.1</i> Имеет навык проектирования и расчета транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	<p><i>Обучающийся владеет</i> прикладными навыками проектирования и расчётов транспортных объектов в соответствии с нормативными документами:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Растяжение и сжатие; – Напряжённое и деформированное состояние в точке; – Сдвиг, гипотезы пластичности и прочности; – Геометрические характеристики поперечных сечений стержней; – Кручение; – Изгиб. Определение напряжений; – Изгиб. Определение перемещений; – Сложное сопротивление; – Прочность при циклически изменяющихся напряжениях; – Устойчивость сжатых стержней. 	<p>Лабораторные работы 1-5,7,9,15,16</p> <p>Типовые задачи 1,2,3,4,5,6,</p> <p>Тест</p> <p>заключительный ТЗ1, ТЗ2</p> <p>Вопросы к экзамену</p> <p>Вопросы к зачету</p>

Т а б л и ц а 2.2

Для заочной формы обучения (для всех специальностей, кроме «Технология производства и ремонта подвижного состава» и «Высокоскоростной наземный транспорт»).

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
<i>ОПК-4 Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов</i>		
<i>ОПК-4.3.1</i> Имеет навык проектирования и расчета транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	<p><i>Обучающийся владеет</i> прикладными навыками проектирования и расчётов транспортных объектов в соответствии с нормативными документами:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Растяжение и сжатие; – Напряженное и деформированное состояние в точке; – Сдвиг, гипотезы пластичности и прочности; – Геометрические характеристики поперечных сечений стержней; – Кручение; – Изгиб. Определение напряжений; – Изгиб. Определение перемещений; – Сложное сопротивление; – Прочность при циклически изменяющихся напряжениях; – Устойчивость сжатых стержней. 	<p>Контрольные работы 1,2; Лабораторные работы 1,7,9 Тест заключительный ТЗЗ, Вопросы к экзамену Вопросы к зачету</p>

Перечень и содержание лабораторных работ (лабораторный практикум)
(для очной формы обучения)

Материалы для текущего контроля

Для проведения текущего контроля по дисциплине обучающийся должен выполнить следующие задания:

Для очной формы обучения

Перечень и содержание лабораторных работ и типовых заданий (лабораторный практикум)
(СДО, раздел «Текущий контроль»)

Модуль 1

Лабораторная работа № 1 (1.1) Исследование прочностных и пластических свойств стали при разрыве

Лабораторная работа № 2 (1.2) Испытание металлов на твердость

Лабораторная работа № 3 (1.3) Испытание на сжатие образцов из различных материалов до их разрушения

Лабораторная работа № 4 (2.1) Определение модуля продольной упругости и коэффициента Пуассона

Лабораторная работа № 5 (2.2) Определение модуля сдвига

Лабораторная работа № 7(2.4) Опытная проверка напряженного состояния при плоском изгибе

Типовая задача 1. Расчет статически определимого стержня со ступенчатым изменением площади по участкам.

Прямоосный ступенчатый стержень нагружен осевыми силами F_i , равномерно распределенными нагрузками q_i и собственным весом.

Требуется:

1. Сделать схематический чертеж стержня по заданным размерам, соблюдая масштаб.
2. Найти функцию, определяющую изменение величины продольной силы N по длине стержня, и построить эпюру этой силы.
3. Построить эпюру изменения напряжения по длине стержня.
4. Найти перемещение заданного сечения и определить полное изменение длины стержня.

Типовая задача 2. Кручение валов кругового сечения.

Для нагруженного крутящими моментами вала требуется:

1. Вычертить в масштабе схему вала и указать числовые значения размеров и заданных моментов.
2. Из условия равновесия найти недостающий момент.
3. Построить эпюру крутящего момента.
4. Подобрать диаметр сплошного вала кругового сечения по условиям прочности и жесткости.
5. Подобрать диаметр полого вала по условиям прочности и жесткости при заданном отношении внутреннего диаметра к внешнему.
6. Вычислить в процентах величину экономии материала для полого вала.
7. Построить эпюру углов закручивания, приняв в качестве неподвижного левое крайнее сечение.

Типовая задача 3. Подбор поперечного сечения балки при плоском изгибе.

Статически определимая балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами.

Требуется:

1. Вычертить в масштабе схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
3. Подобрать поперечное сечение балки заданной формы.

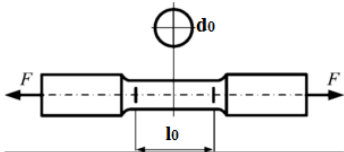
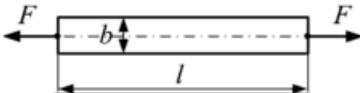
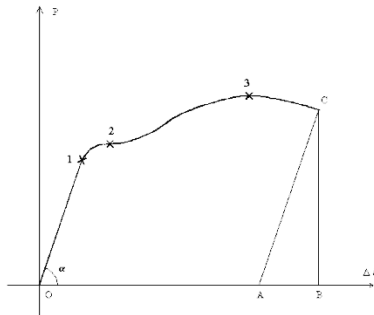
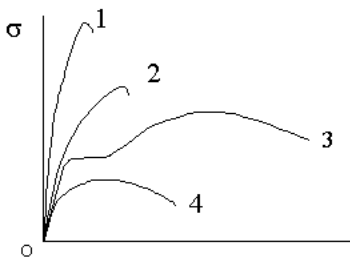
Перечень тестовых заданий

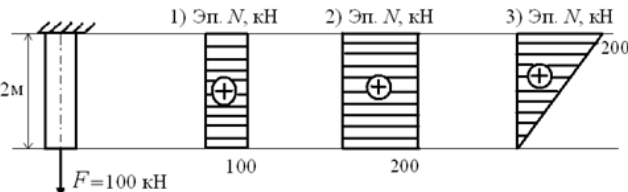
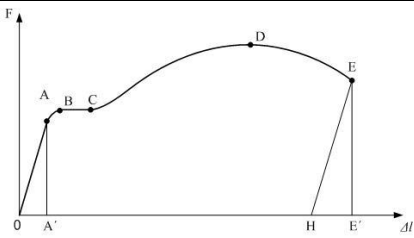
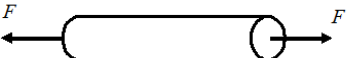
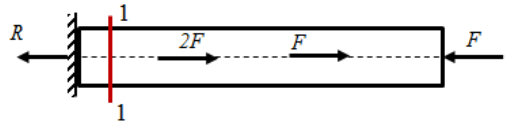
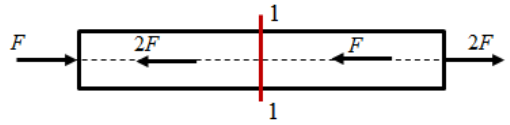
Тесты по лабораторным работам

«Растяжение и сжатие»

Примеры тестовых заданий:

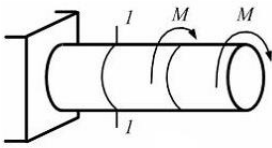
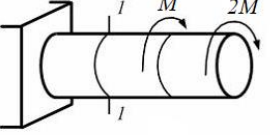
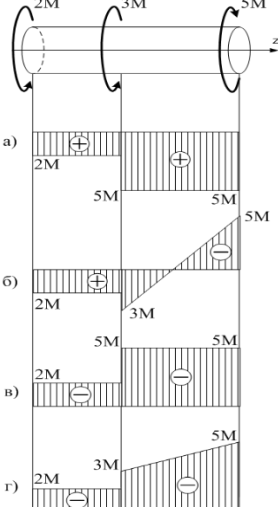
Вопросы:	Варианты ответов
1. Продемонстрируйте навыки определения механических характеристик пластичности материала. При испытании на растяжение цилиндрического образца (начальный диаметр $d_0 = 10$ мм, длина расчетной части до разрыва $l_0 = 100$ мм) длина расчетной части после разрыва составила 125 мм. Относительное остаточное удлинение образца δ равно ... %.	Введите ответ в процентах.
2. Продемонстрируйте навыки определения механических	Введите ответ в мм

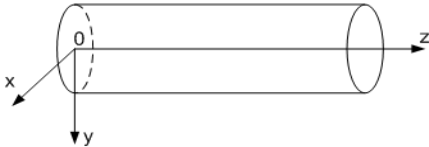
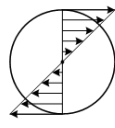
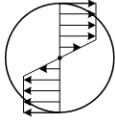
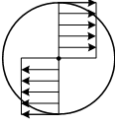
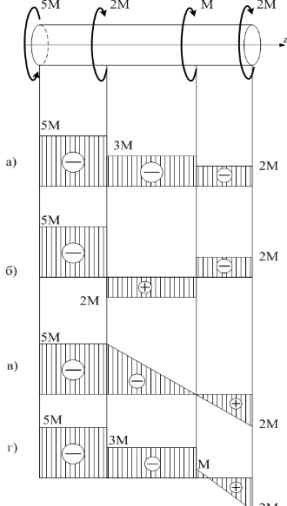
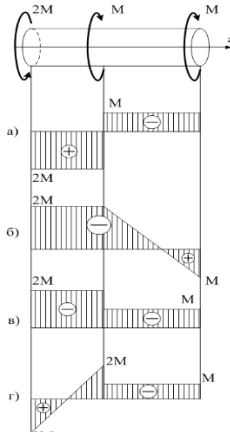
<p>характеристик пластичности материала. При испытании на растяжение цилиндрического образца (начальный диаметр $d_0 = 6$ мм, длина расчетной части до разрыва $l_0 = 100$ мм) относительное остаточное удлинение образца δ составило 20 %. Длина расчетной части после разрыва составила ...</p> 		
<p>3. Проявите навыки экспериментального определения упругих постоянных материала при осевой деформации. Образец растягивается силами F.</p>  <p>Размеры образца до испытаний: $l = 100$ мм, $b = 20$ мм. После приложения силы длина образца увеличилась на 0,02 мм, а поперечный размер уменьшился на 0,001 мм. Коэффициент Пуассона материала равен ...</p> <p>Выберите один вариант ответа на вопрос.</p>	<p>1). 0,2 2). 0,5 3). 0,25 4). 0,3</p>	
<p>4. Укажите точку на диаграмме, соответствующую пределу пропорциональности</p>		<p>1 2 3 C A B</p>
<p>5. Укажите номер диаграммы, соответствующей материалу с наибольшими прочностными характеристиками</p>		<p>1 2 3 4</p>
<p>6. Какие из представленных величин являются прочностными характеристиками материала?</p>	<p>1) Модуль Юнга 2) Относительное остаточное сужение 3) Коэффициент Пуассона 4) Временное сопротивление 5) Предел пропорциональности 6) Относительное остаточное удлинение 7) Предел текучести</p>	
<p>7. Какие величины являются упругими постоянными материала?</p>	<p>1) Модуль Юнга 2) Коэффициент Пуассона 3) Временное сопротивление</p>	

	4) Предел пропорциональности 5) Предел текучести
8. Какая из представленных на рисунке эпюр продольной силы построена верно? 	Эпюра 1 Эпюра 2 Эпюра 3
9. Напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца - это ...	1) предел текучести 2) предел пропорциональности 3) предел упругости 4) временное сопротивление
10. Какой участок на кривой диаграммы соответствует площадке текучести? 	1) OA 2) AB 3) BC 4) CD 5) DE
11. При растяжении стального стержня силами F была замерена продольная деформация $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-4}$. После снятия нагрузки деформация обратилась в ноль. Нормальное напряжение в поперечном сечении стержня равнялось ... МПа. Модуль упругости $E = 2 \cdot 10^5$ МПа. 	1 10 20 100 50
12. Продемонстрируйте навык в определении внутреннего усилия, возникающего в элементе машиностроительной конструкции, работающего на осевое растяжение-сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. Если величина силы $F = 10$ кН, то значение продольной силы в сечении 1-1 равно ... 	
Введите ответ в кН. 13. Продемонстрируйте навык в определении внутреннего усилия в элементе транспортного объекта, работающего на растяжение-сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. Если величина силы $F = 10$ кН, то значение продольной силы в сечении 1-1 равно ... 	Введите ответ в кН.

«Кручение»

Примеры тестовых заданий:

Вопросы:	Варианты ответов
<p>1. Продемонстрируйте умение определять внутренние усилия в элементах строительных конструкций.</p> <p>Вал, представленный на рисунке, загружен двумя моментами $M = 40$ кНм. Крутящий момент в сечении 1 – 1 по абсолютному значению равен ... кНм</p>	 <p>Введите ответ</p>
<p>2. Продемонстрируйте умение определять внутренние усилия в элементах строительных конструкций.</p> <p>Вал, представленный на рисунке, загружен двумя моментами $M = 20$ кНм. Крутящий момент в сечении 1 – 1 по абсолютному значению равен ... кНм</p>	 <p>Введите ответ.</p>
<p>3. Продемонстрируйте умение определять внутренние усилия в элементах строительных конструкций.</p> <p>Вал, представленный на рисунке, загружен двумя моментами $M = 40$ кНм. Крутящий момент в сечении 1 – 1 по абсолютному значению равен ... кНм</p>	<p>Введите ответ.</p>
<p>4. Выполняется ли гипотеза плоских сечений при кручении вала прямоугольного сечения?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Да • Нет
<p>5. Продемонстрируйте умение строить эпюры внутренних усилий. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Эпюра крутящего момента имеет вид.</p>	 <p>а) б) в) г)</p>
<p>6. Укажите размерность относительного сдвига</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Паскаль 2) Безразмерная величина 3) Ньютон 4) Метр
<p>7. Какие напряжения возникают в поперечном сечении вала</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Нормальные

при кручении? Выберите один ответ:	<ul style="list-style-type: none">• Касательные• Нет правильного ответа
8. Характеристикой каких свойств материала является модуль сдвига?	<ul style="list-style-type: none">1) Упругих2) Упруго - пластических3) Прочностных4) Хрупких5) Пластических
9. Какие внутренние усилия отличны от нуля при кручении? 	<ul style="list-style-type: none">1) N2) Q_y3) Q_x4) M_x5) M_y6) M_z
10. При кручении распределение касательных напряжений в поперечных сечениях круглого вала в области упругих деформаций показано на схеме:	<ul style="list-style-type: none">1) 2) 3) 
11. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Эпюра крутящего момента имеет вид ...	 <ul style="list-style-type: none">а)б)в)г)
12. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Эпюра крутящего момента имеет вид ...	 <ul style="list-style-type: none">а)б)в)г)
13. Укажите размерность крутящего момента	<ul style="list-style-type: none">1) Н/м2) м3) Н·м4) Паскаль5) Па

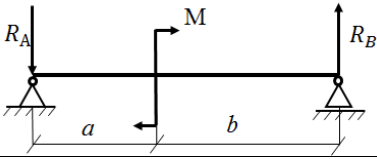
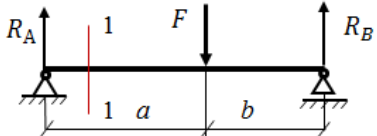
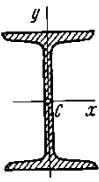
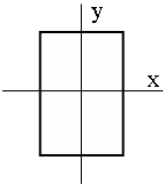
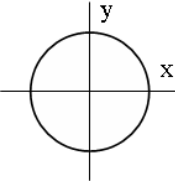
14. Какова размерность жесткости при кручении?	1) Н/м 2) Н·м 3) Безразмерная величина 4) Н·м ² 5) Па
15. Что такое момент сопротивления при кручении? Выберите один ответ:	1) Отношение максимального крутящего момента к допускаемому касательному напряжению 2) Отношение полярного момента инерции к расстоянию от центра тяжести до наиболее удаленного волокна 3) Отношение полярного момента инерции к жесткости вала при кручении

«Изгиб. Определение напряжений».

Примеры тестовых заданий:

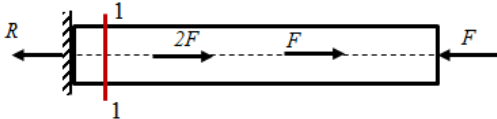
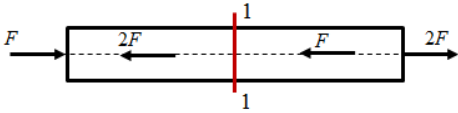
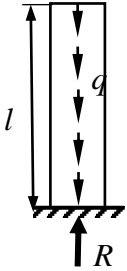
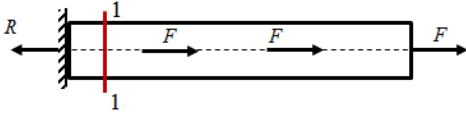
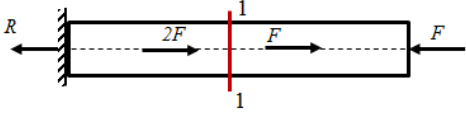
Вопросы:		Варианты ответов
1. По какой формуле вычисляются нормальные напряжения при плоском изгибе?		1) $\sigma = \frac{N}{A}$ 2) $\sigma = \frac{M_x}{I_x} y$ 3) $\tau = \frac{M_z}{I_p} \rho$ 4) $\tau = \frac{Q_y S_x^{omc}}{I_x b(y)}$
2. Продемонстрируйте навык строить эпюры внутренних усилий. Для заданного вида нагружения балки укажите верный вариант эпюр поперечных сил и изгибающих моментов...		а) б) в) г)
3. Какие внутренние усилия отличны от нуля при плоском поперечном изгибе в вертикальной плоскости? 		1) N 2) Q _y 3) Q _x 4) M _x 5) M _y 6) M _z
4. В соответствии с гипотезой плоских сечений ...		1) В поперечных сечениях балки результат действия системы сил равен сумме результатов действий каждой силы в отдельности 2) Поперечные сечения балки, плоские и перпендикулярные к оси стержня, остаются таковыми и после деформации

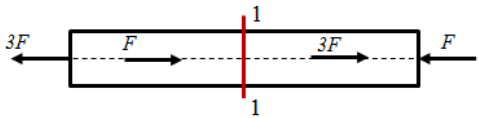
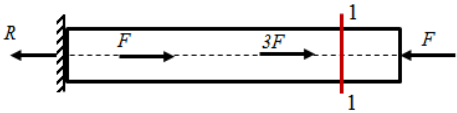
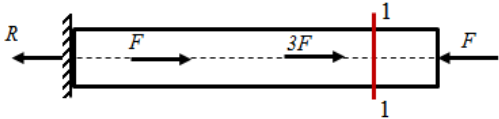
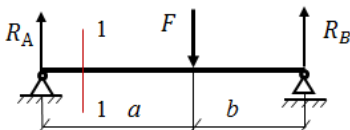
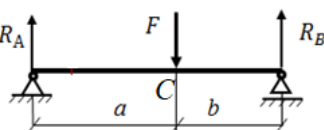
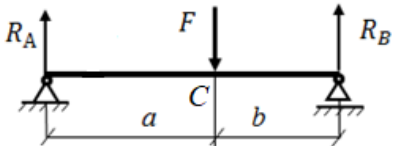
		3) Поперечные сечения балки, плоские до деформации, остаются таковыми и после деформации.
5. На каких гипотезах основан вывод формулы для определения нормальных напряжений при чистом изгибе?		1) гипотеза плоских сечений и гипотеза об отсутствии взаимного надавливания продольных слоев балки 2) закон парности касательных напряжений 3) гипотеза наибольших касательных напряжений и гипотеза об удельной потенциальной энергии формоизменения 4) гипотеза наибольших нормальных напряжений и гипотеза наибольших линейных деформаций
6. Продемонстрируйте навык строить эпюры внутренних усилий. Для заданного вида нагружения балки укажите верный вариант эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.		а) б) в) г)
7. Эпюра поперечных сил на участке балки без равномерно распределенной нагрузки ...		1) имеет вид наклонной прямой 2) имеет параболическое очертание 3) имеет вид гиперболы 4) очерчена горизонтальной прямой (в частности, может быть с нулевой ординатой)
8. Эпюра изгибающего момента на участке балки с равномерно распределенной нагрузкой		1) имеет вид наклонной прямой 2) имеет параболическое очертание 3) имеет вид гиперболы 4) очерчена горизонтальной прямой (в частности, может быть с нулевой ординатой)
9. Укажите размерность статического момента сечения		1) м 2) м ²

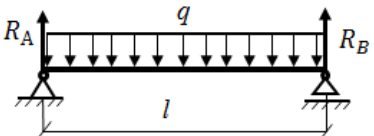
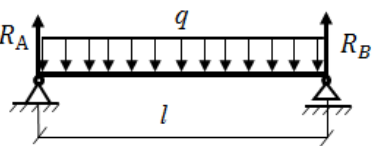
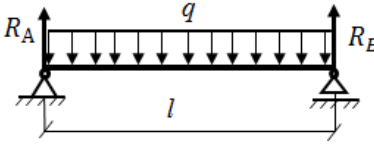
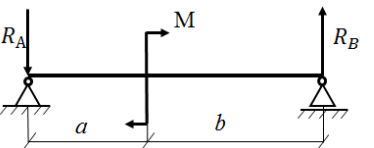
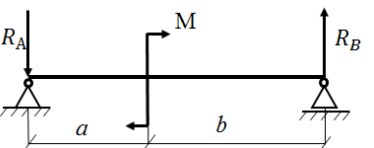
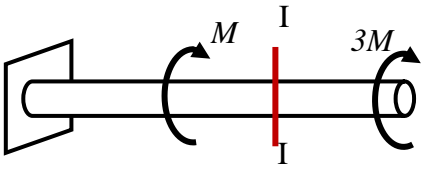
	3) м^3 4) м^4
10. При плоском поперечном изгибе нормальные напряжения по ширине сечения балки...	1) распределяются равномерно 2) распределяются по линейному закону, равны нулю на нейтральной линии и достигают максимума в точках, наиболее удаленных от нее 3) равны нулю 4) распределяются по закону квадратной параболы, в самых верхних и нижних точках поперечного сечения равны нулю и достигают максимума на нейтральной линии
11. Проявите навык определять опорные реакции в закреплениях. Однопролетная балка нагружена моментом $M = 50 \text{ кНм}$, $a = 2 \text{ м}$, $b = 3 \text{ м}$. Реакция R_A равна ... 	Введите ответ в кН.
12. Проявите навык определять внутренние усилия в элементах строительных конструкций. Расчетная схема главной балки мостового крана представлена в виде однопролетной балки, нагруженной силой $F = 60 \text{ кН}$, $a = 3 \text{ м}$, $b = 2 \text{ м}$. Поперечная сила в сечении 1 – 1 равна ... 	Введите значение по модулю в кН.
13. По какой формуле находятся касательные напряжения при плоском поперечном изгибе?	1) $\sigma = \frac{N}{A}$ 2) $\sigma = \frac{M_x}{I_x} y$ 3) $\tau = \frac{M_z}{I_p} \rho$ 4) $\tau = \frac{Q_y S_x^{отс}}{I_x b(y)}$
14. Сечение какого вида является более рациональным при изгибе? <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  а) двутавр </div> <div style="text-align: center;">  б) прямоугольник </div> <div style="text-align: center;">  в) круг </div> </div>	а) б) в)

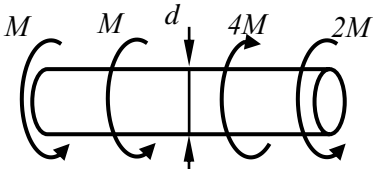
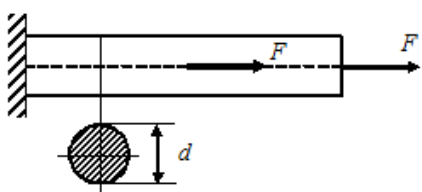
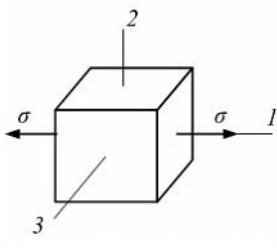
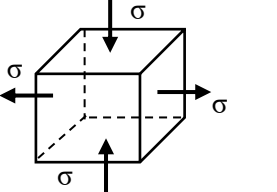
Перечень заключительных тестов (ТЗ1)

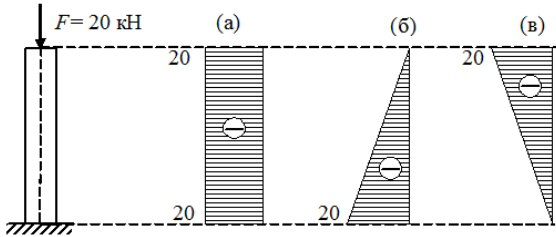
Примеры тестовых заданий:

Вопросы:	Варианты ответов
<p>1. Продемонстрируйте навык определения внутренних усилий в элементах машиностроительных конструкций, работающих на растяжение-сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 10$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p> 	<p>Введите ответ в кН.</p>
<p>2. Продемонстрируйте навык определения внутренних усилий в элементах машиностроительных конструкций, работающих на растяжение-сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 10$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p> 	<p>Введите ответ в кН.</p>
<p>3. Продемонстрируйте навык определять опорные реакции. Колонна нагружена собственным весом $q=20$ кН/м, высота колонны $l = 2$ м. Реакция в заделке равна ...</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;">Введите значение R в кН.</div> </div>
<p>4. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах машиностроительных конструкций, работающих на растяжение-сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 10$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p> 	<p>Введите ответ в кН.</p>
<p>5. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах машиностроительных конструкций, работающих на растяжение – сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 15$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p> 	<p>Введите ответ в кН.</p>
<p>6. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах машиностроительных конструкций, работающих на растяжение – сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 15$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p>	<p>Введите ответ в кН.</p>

	
<p>7. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах машиностроительных конструкций, работающих на растяжение – сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 20$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p> 	<p>Введите ответ в кН.</p>
<p>8. Продемонстрируйте навык определять опорные реакции. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 10$ кН. Реакция R в заделке равна ...</p> 	<p>Введите ответ в кН.</p>
<p>9. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах машиностроительных конструкций. Расчетная схема главной балки мостового крана представлена в виде однопролетной балки, нагруженной силой $F = 60$ кН, $a = 3$ м, $b = 2$ м. Поперечная сила в сечении 1 – 1 равна ...</p> 	<p>Введите значение по модулю в кН.</p>
<p>10. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах машиностроительных конструкций. Расчетная схема главной балки мостового крана представлена в виде однопролетной балки, нагруженной силой $F = 60$ кН, $a = 3$ м, $b = 2$ м. Изгибающий момент в сечении C равен ...</p> 	<p>Введите значение в кНм.</p>
<p>11. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах машиностроительных конструкций. Расчетная схема главной балки мостового крана представлена в виде однопролетной балки, нагруженной силой $F = 40$ кН, $a = 3$ м, $b = 2$ м. Изгибающий момент в сечении C равен ... кНм.</p> 	<p>Введите ответ в кНм</p>
<p>12. Продемонстрируйте навык определять опорные реакции в закреплениях. Шарнирно-опертая балка загружена равномерно распределенной нагрузкой $q = 10$ кН/м, $l = 4$ м.</p>	<p>Введите ответ в кН.</p>

<p>Реакция $R_A = \dots$</p> 	
<p>13. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах машиностроительных конструкций. Балка длиной $l = 4$ м загружена равномерно распределенной нагрузкой $q = 10$ кН/м. Значение максимального изгибающего момента равно ...</p> 	<p>Введите ответ в кНм.</p>
<p>14. Продемонстрируйте навык определять опорные реакции в закреплениях. Однопролетная балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой $q = 16$ кН/м, $l = 2$ м. Реакция R_B равна ...</p> 	<p>Введите ответ в кН.</p>
<p>15. Продемонстрируйте навык определять опорные реакции в закреплениях. Однопролетная балка нагружена моментом $M = 50$ кНм, $a = 2$ м, $b = 3$ м. Реакция R_A равна ...</p> 	<p>Введите ответ в кН.</p>
<p>16. Продемонстрируйте навык определять опорные реакции в закреплениях. Однопролетная балка нагружена моментов $M = 60$ кНм, $a = 2$ м, $b = 3$ м. Реакция R_A равна ...</p> 	<p>Введите ответ в кН.</p>
<p>17. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах машиностроительных конструкций. Вал, представленный на рисунке, загружен двумя моментами $M = 10$ кНм. Крутящий момент в сечении 1 – 1 по абсолютному значению равен ... кНм.</p> 	<p>Введите ответ в кНм.</p>
<p>18. Продемонстрируйте навык определять рациональные размеры поперечных сечений элементов конструкций. Из условия прочности, при заданном значении $[\tau]$, наименьший</p>	<p>Введите ответ в см</p>

<p>допускаемый диаметр вала равен $d = \dots$ см</p> 		
<p>При решении принять $W_p = 0,2 d^3$, $M = 64$ кНм, $[\tau] = 80$ МПа.</p>		
<p>19. Продемонстрируйте навык в последовательности действий по определению внутренних усилий в стержне методом сечений.</p> <p>а) отбрасываем одну из его частей; б) уравниваем рассматриваемую часть стержня; в) заменяем действие отброшенной части на оставленную усилием; г) рассекаем стержень сечением, перпендикулярным оси;</p>		
<p>20. Продемонстрируйте навык в последовательности действий при расчете статически определимой системы на прочность.</p> <p>а) Построить эпюры внутренних усилий. б) Вычислить (если это необходимо) опорные реакции. в) Найти внутренние усилия, возникающие в поперечных сечениях каждого участка конструкции от действия внешних нагрузок. г) Записать условие прочности, проверить его выполнение. д) Определить положение опасного сечения и опасных точек, где напряжения достигают наибольших по абсолютной величине значений.</p>		
<p>21. Продемонстрируйте навык в определении рациональных размеров поперечных сечений элементов конструкций.</p> <p>На рисунке показан стержень, нагруженный осевыми силами. Минимально допустимый диаметр поперечного сечения, из расчета на прочность по допускаемым напряжениям, равен ... мм.</p> <p>Дано: $F = 0,025$ МН, $[\sigma] = 160$ МПа</p> 		<p>Введите ответ в мм</p>
<p>22. Продемонстрируйте навык проводить анализ напряженно-деформированного состояния в точке тела. В элементе вагонной тележки возникает напряженное состояние, представленное на рисунке.</p> <p>Главные напряжения σ_1, σ_2, σ_3 равны ...</p>		<p>Впишите ответы</p> <p>$\sigma_1 =$ $\sigma_2 =$ $\sigma_3 =$</p>
<p>23. Продемонстрируйте навык определять главные напряжения.</p> <p>В элементе вагонной тележки возникает напряженное состояние, представленное на рисунке.</p> <p>Главные напряжения σ_1, σ_2, σ_3 равны ...</p>		<p>Впишите ответы</p> <p>$\sigma_1 =$ $\sigma_2 =$ $\sigma_3 =$</p>
<p>24. Продемонстрируйте навык в определении соответствия между понятиями:</p>		<ul style="list-style-type: none">предел пропорциональности

<ul style="list-style-type: none"> • Напряжение, при котором происходит пластическая деформация при постоянной нагрузке. • Напряжение, при превышении которого возникают остаточные деформации. • Напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца. • Максимальное напряжение, при котором еще выполняется закон Гука. 	<ul style="list-style-type: none"> • предел текучести • предел упругости • временное сопротивление
<p>25. Продемонстрируйте навык классифицировать внешние силы. Какие внешние силы называются поверхностными? Выберите один ответ:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изменения во взаимодействии между частицами тела, которые возникают в результате приложения внешней нагрузки 2. Силы, распределенные по объему тела и приложенные к каждой его частице 3. Силы, приложенные к участкам поверхности, характеризующие непосредственное взаимодействие тела с окружающими объектами.
<p>26. Продемонстрируйте навык в классификации геометрических характеристик сечения. Что такое момент сопротивления при кручении? Выберите один ответ:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отношение полярного момента инерции к расстоянию от центра тяжести до наиболее удаленного волокна 2. Отношение полярного момента инерции к жесткости вала при кручении 3. Отношение максимального крутящего момента к допускаемому касательному напряжению
<p>27. Продемонстрируйте навык в построении эпюр. Какая из эпюр продольной силы построена верно?</p> 	<p>(а) (б) (в)</p>
<p>28. Продемонстрируйте навык в определении видов деформаций. Деформации, которые не исчезают при разгрузке и остаются в материале, называют ... Выберите один ответ:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. вязкие 2. упругие 3. пластические / остаточные
<p>29. Продемонстрируйте навык в определении жесткостных характеристик. Жесткость вала при кручении обозначают ... Выберите один ответ:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. EA 2. GI_p 3. El_x

30. Пр продемонстрируйте навык в определении жесткостных характеристик. Жесткость сечения стержня при осевой деформации обозначают ... Выберите один ответ:	1. EA 2. GIp 3. EIx
--	---------------------------------

Модуль 2

Лабораторная работа № 9 (2.6) Определение перемещений в балке при изгибе

Лабораторная работа № 15 (2.14) Определение величины опорной реакции в статически неопределимой балке

Лабораторная работа № 16 (2.16) Определение критической силы для сжатого стержня

Типовая задача 4. Определение перемещений при плоском поперечном изгибе балки заданного сечения методом Мора.

Статически определимая балка заданного сечения нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами.

Требуется:

1. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы от заданной нагрузки.
2. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения методом Мора.

Типовая задача 5. Определение грузоподъемности внецентренно сжатых или растянутых стержней большой изгибной жесткости.

На стержень заданного поперечного сечения действует внецентренно приложенная сила.

Требуется:

1. Вычертить в масштабе сечение стержня, показав положение главных центральных осей инерции.
2. Определить положение нейтральной линии и показать ее на схеме сечения.
3. Определить положение опасных точек сечения.
4. Определить величину допускаемой нагрузки.
5. Построить эпюру нормального напряжения.

Типовая задача 6. Определение несущей способности центрально-сжатого стержня.

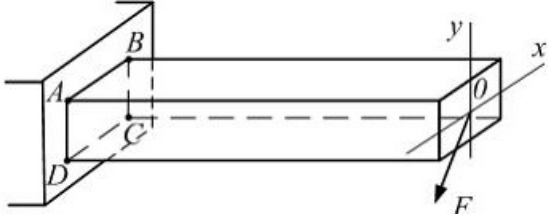
Требуется

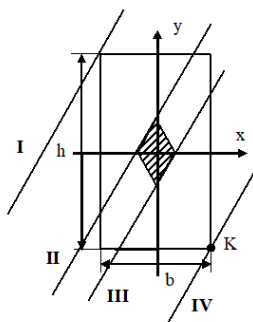
1. Для заданной схемы сжатого стержня и поперечного сечения требуется:
2. Определить величину критической силы
3. Определить величину допускаемой нагрузки.
4. Найти коэффициент запаса устойчивости.

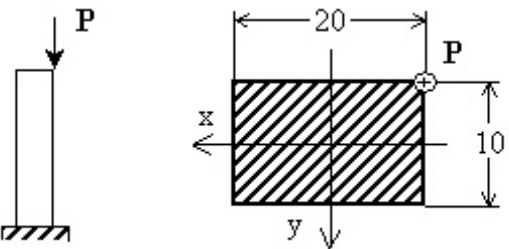
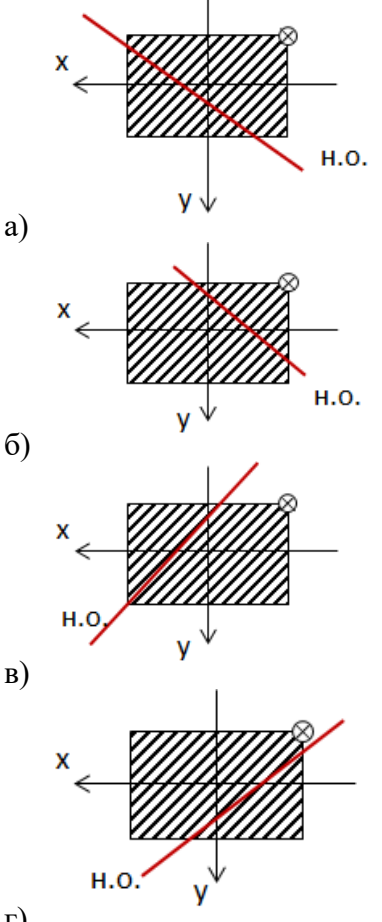
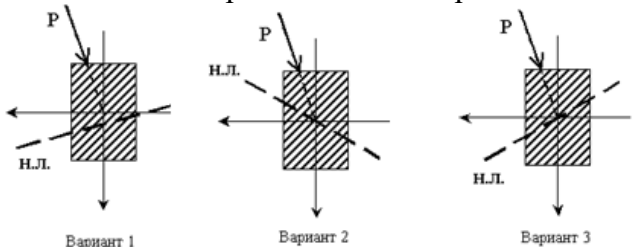
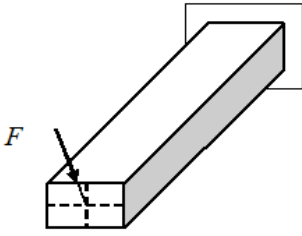
Тестовые задания (тесты по лабораторным работам)

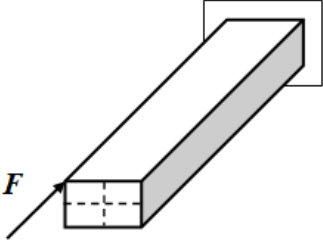
«Сложное сопротивление»

Примеры тестовых заданий:

Вопросы:	Варианты ответов
<p>1. Что такое ядро сечения? Выберите один ответ:</p>	<p>1. плоскость, в которой лежат силы 2. площадка, на которой отсутствуют касательные напряжения 3. область в поперечном сечении стержня, в которой можно прикладывать растягивающую (сжимающую) силу, не вызывая напряжений противоположного знака</p>
<p>2. При данном нагружении стержня (сила F лежит в плоскости xOy) максимальное нормальное напряжение возникает в точке ...</p> 	<p>A B C D</p>
<p>3. Нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при косом изгибе... Выберите один ответ:</p>	<p>1. принимает максимальное по модулю значение 2. равно нулю 3. отрицательное</p>
<p>4. Растягивающая сила F приложена в точке К контура сечения. Какое положение занимает нейтральная линия в этом случае?</p>	<p>I II III IV</p>
<p>5. Проверку прочности в случае изгиба с кручением необходимо проводить Выберите один ответ:</p>	<p>1. по нормальным напряжениям 2. по касательным напряжениям 3. по одной из гипотез прочности или пластичности</p>

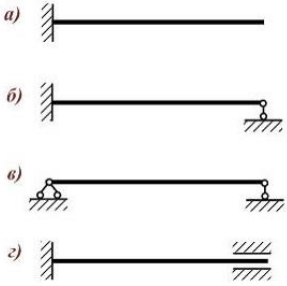



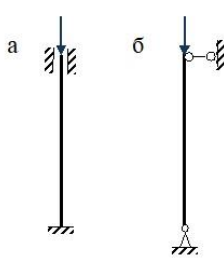
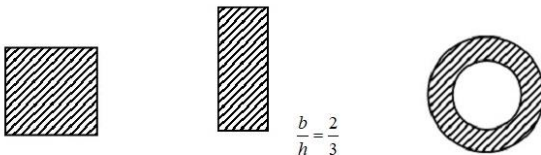
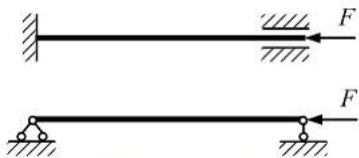
<p>6. Продемонстрируйте умение строить нейтральную ось.</p> <p>На каком рисунке нейтральная ось показана верно?</p> 	 <p>а)</p> <p>б)</p> <p>в)</p> <p>г)</p>
<p>7. Укажите сечение, для которого правильно показано положение нейтральной линии при косом изгибе?</p>  <p>Вариант 1</p> <p>Вариант 2</p> <p>Вариант 3</p>	<p>Вариант 1</p> <p>Вариант 2</p> <p>Вариант 3</p>
<p>8. Если при внецентренном растяжении (сжатии) нейтральная ось пересекает сечение, то</p> <p>Выберите один ответ:</p>	<p>1. сила приложена вне ядра сечения</p> <p>2. сила приложена в ядре сечения</p>
<p>9. При данном виде нагружения стержень испытывает ...</p>	 <p>Выберите один ответ:</p> <p>1. Изгиб с растяжением</p> <p>2. Косой изгиб</p> <p>3. Пространственный изгиб</p> <p>4. Изгиб с кручением</p> <p>5. Внецентренное растяжение - сжатие</p>
<p>10. Если сила параллельная оси стержня приложена в ядре сечения, то...</p> <p>Выберите один ответ:</p>	<p>1. нейтральная ось не пересекает поперечное сечение</p>


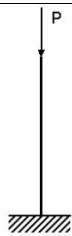
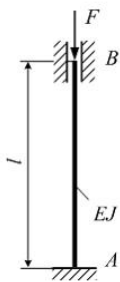
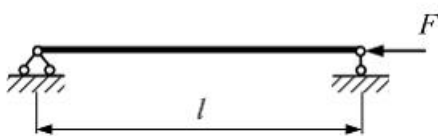
		2. нейтральная ось пересекает поперечное сечение 3. нейтральная ось проходит через центр тяжести поперечного сечения
11. При данном виде нагружения стержень испытывает ...		Выберите один ответ: 1. Изгиб с растяжением 2. Косой изгиб 3. Пространственный изгиб 4. Изгиб с кручением 5. Внецентренное растяжение - сжатие

«Устойчивость сжатых стержней»

Примеры тестовых заданий:

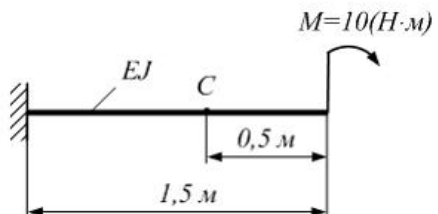
Вопросы:		Варианты ответов
1. Одинаковые стержни закреплены, как показано на рисунках. Для какого из них гибкость будет наименьшей?		а) б) в) г)
2. Какой коэффициент приведения длины соответствует данному закреплению стержня?		1 2 0,5 0,7
3. Гибкость стержня зависит ... Выберите один или несколько ответов:		1. от геометрии поперечного сечения 2. от материала, из которого изготовлен стержень 3. от способа закрепления стержня 4. от длины стержня 5. от предела текучести материала
4. Коэффициент приведения длины μ показывает Выберите один ответ:		1. какую часть от заданной длины стержня составляет одна полуволна синусоиды при разных способах закрепления стержня 2. во сколько раз нужно уменьшить основное допускаемое напряжение при расчетах на устойчивость 3. какую формулу нужно выбрать для определения

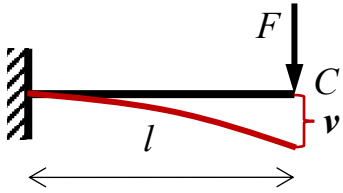
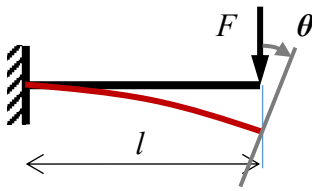
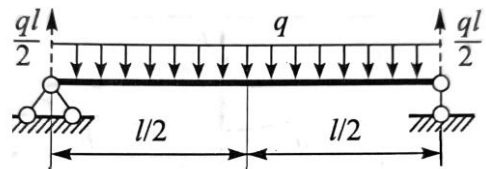
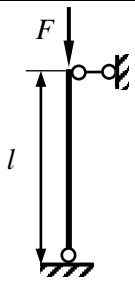
5. Как изменится гибкость стержня при замене закреплений сжатого стержня (рис. а) на шарнирные опоры (рис.б)?		критической силы 1. увеличится в 2 раза 2. уменьшится в 4 раза 3. уменьшится в 2 раза 4. не изменится 5. увеличится в 4 раза
6. При увеличении длины стержня критическая сила, посчитанная по формуле Эйлера, ... Выберите один ответ:		1. уменьшится 2. не изменится 3. увеличится
7. Значение предельной гибкости $\lambda_{пр}$ зависит ... Выберите один или несколько ответов:		1. от предела текучести материала 2. от предела пропорциональности материала 3. от модуля Юнга материала 4. от временного сопротивления материала 5. от геометрических характеристик поперечного сечения стержня 6. от коэффициента приведения длины
8. Какое из указанных сечений наиболее рационально с точки зрения устойчивости, если площади приведенных сечений одинакова?  квадрат прямоугольник кольцо		а) квадрат б) прямоугольник в) кольцо
9. По какой формуле рассчитывают критическую силу, если гибкость стержня находится в пределах $\lambda_0 < \lambda < \lambda_{пр}$? Выберите один ответ:		а) $F_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2}$ б) $F_{кр} = A(a - b\lambda + c\lambda^2)$ в) $F_{кр} = A \cdot \sigma_{он}$
10.  При замене жестких закреплений стержня на шарнирные, значение критической силы... При решении учитывайте, что напряжения в стержнях не превышают предел пропорциональности.		1. Увеличится в 4 раза 2. Уменьшится в 4 раза 3. не изменится 4. Увеличится в 2 раза
11. По какой формуле рассчитывают критическую силу, если гибкость стержня находится в пределах $\lambda > \lambda_{пр}$? Выберите один ответ:		а) $F_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2}$

		$б) F_{кр} = A(a - b\lambda + c\lambda^2)$ $в) F_{кр} = A \cdot \sigma_{он}$
12. Какой коэффициент приведения длины соответствует данному закреплению стержня?		1 2 0,5 0,7
13. Какой коэффициент приведения длины соответствует данному закреплению стержня?		1 2 0,5 0,7
14. Продемонстрируйте умение вести расчеты на устойчивость. Во сколько раз уменьшится критическая сила, если у стойки удалить опору В. (при решении учитывайте, что напряжение в стержнях не превышают предел пропорциональности)		Введите ответ
15. Продемонстрируйте умение вести расчеты на устойчивость. Стержень длиной l нагружен сжимающей силой F . При увеличении длины в 2 раза значение критической силы уменьшится ... раза.		Введите ответ

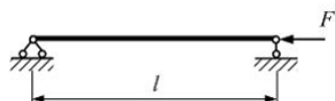
Перечень заключительных тестов (Т32)

Примеры тестовых заданий:

Вопросы:	Варианты ответов
<p>1. Продемонстрируйте навык определять перемещения в балке.</p> <p>Вертикальное перемещение сечения C указанной балки равно ... $\frac{H \cdot m^3}{EJ}$. Жесткость балки $EJ = const$.</p> 	Введите ответ

<p>2. Продемонстрируйте навык определять перемещения в балке.</p> <p>Вертикальное перемещение сечения C указанной балки равно ... мм.</p>  <p>$l = 3 \text{ м}, F = 10 \text{ кН}, EI = 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2$.</p> <p>При расчете использовать правило Верещагина.</p>	<p>Введите ответ</p>	
<p>3. Продемонстрируйте навык определять углы поворота сечений балок.</p> <p>Угол поворота правого торца представленной балки θ по абсолютному значению равен ... $\cdot 10^{-4}$ рад.</p>  <p>$l = 3 \text{ м}, F = 10 \text{ кН}, EI = 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2$.</p> <p>При расчете использовать правило Верещагина.</p>	<p>Введите ответ</p>	
<p>4. Продемонстрируйте навык определять углы поворота сечений балок.</p> <p>Угол поворота левого торца представленной балки θ по абсолютному значению равен ... $\cdot 10^{-4}$ рад.</p>  <p>$l = 4 \text{ м}, q = 10 \text{ кН/м}, EI = 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2$.</p> <p>При расчете использовать формулу Симпсона.</p>	<p>Введите ответ</p>	
<p>5. Продемонстрируйте навык вычислять критическое напряжение в центрально сжатом стержне.</p> <p>Стойка представляет собой стержень круглого сечения диаметром $d = 4 \text{ см}$, нагруженный внешней силой F. Модуль упругости материала $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, длина $l = 2 \text{ м}$. Значение критического напряжения равно ... (при расчете принять $\pi^2 \approx 10$)</p>		<p>Введите ответ в МПа</p>
<p>6. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость.</p> <p>Элемент ферменной конструкции представляет собой стержень круглого сечения диаметром d, нагруженный внешней силой F (см. рис.)</p> <p>Допускаемое напряжение на устойчивость $[\sigma]_y$ равно ... МПа</p>	<p>Введите ответ</p>	

λ	φ
0	1
10	0,99
20	0,96
30	0,94
40	0,92
50	0,89
60	0,86
70	0,81
80	0,75
90	0,69
100	0,60
110	0,52
120	0,45
130	0,40
140	0,36
150	0,32



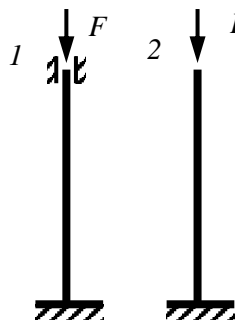
Длина стержня $l = 2 \text{ м}$.

Поперечное сечение – круг

диаметром $d = 16 \text{ см}$

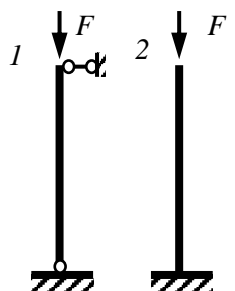
Допускаемое напряжение на сжатие $[\sigma]_c = 200 \text{ МПа}$.

7. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. На рисунке показаны два варианта закрепления одинаковых стоек. Отношение значений критических напряжений $\sigma_{кр}^{(1)} / \sigma_{кр}^{(2)} = \dots$ (при решении учитывайте, что напряжение в стержнях не превышают предел пропорциональности)



Введите ответ

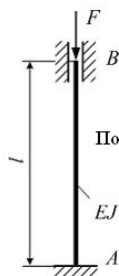
8. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. На рисунке показаны два варианта закрепления одинаковых стоек. Отношение значений критических напряжений $\sigma_{кр}^{(1)} / \sigma_{кр}^{(2)} = \dots$ (при решении учитывайте, что напряжение в стержнях не превышают предел пропорциональности).



Введите ответ

9. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. Элемент ферменной конструкции представляет собой стержень круглого сечения диаметром d , нагруженный внешней силой F (см. рис.)
Допускаемое напряжение на устойчивость $[\sigma]_y$ равно ... МПа

λ	φ
0	1
10	0,99
20	0,96
30	0,94
40	0,92
50	0,89
60	0,86
70	0,81
80	0,75
90	0,69
100	0,60
110	0,52
120	0,45
130	0,40
140	0,36
150	0,32



Длина стержня $l = 2 \text{ м}$.

Поперечное сечение – круг с диаметром $d = 4 \text{ см}$

Допускаемое напряжение на сжатие $[\sigma]_c = 200 \text{ МПа}$.

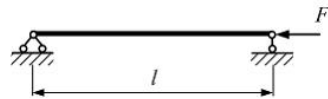
Введите ответ

10. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. Элемент ферменной конструкции представляет собой стержень круглого сечения диаметром d , нагруженный внешней силой F (см. рис.)

Введите ответ

Допускаемое напряжение на устойчивость $[\sigma]_y$ равно ... МПа

λ	φ
0	1
10	0,99
20	0,96
30	0,94
40	0,92
50	0,89
60	0,86
70	0,81
80	0,75
90	0,69
100	0,60
110	0,52
120	0,45
130	0,40
140	0,36
150	0,32



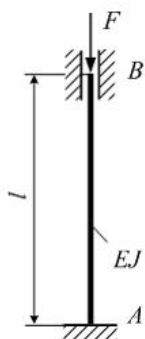
Длина стержня $l = 1,8$ м

Поперечное сечение – круг

диаметром $d = 6$ см

Допускаемое напряжение на сжатие $[\sigma]_c = 200$ МПа.

11. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. Во сколько раз уменьшится критическая сила, если у стойки удалить опору В.



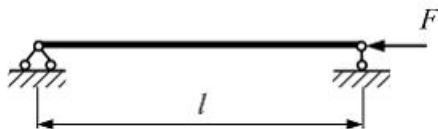
(при решении учитывайте, что напряжение в стержнях не превышают предел пропорциональности)

Введите ответ

12. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость.

Стержень длиной l нагружен сжимающей силой F .

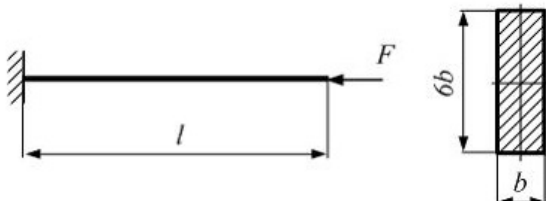
При увеличении длины в 2 раза значение критической силы уменьшится ... раза.



Введите ответ

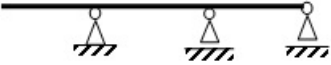
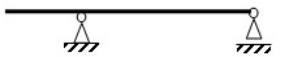
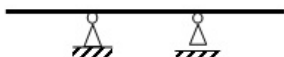
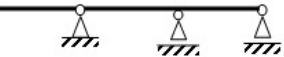
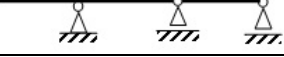
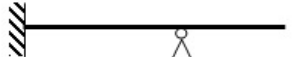

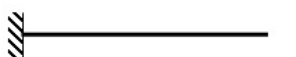

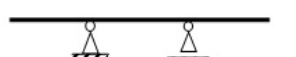

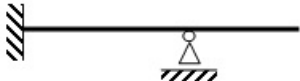
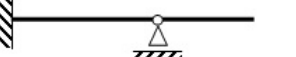
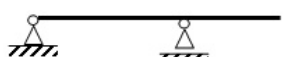
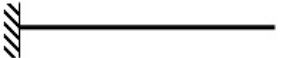
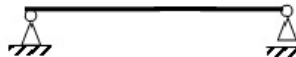

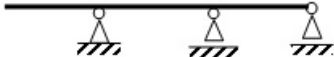
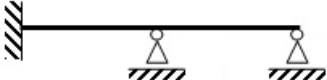
13. Продемонстрируйте навык расчета критической силы.

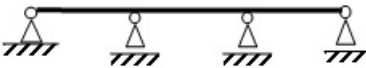
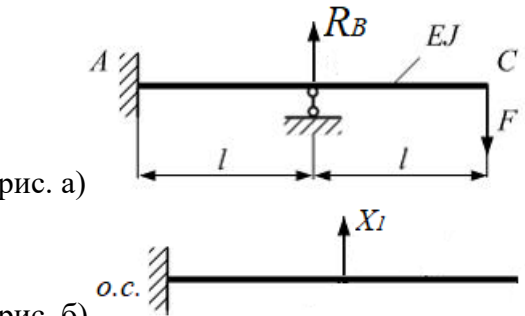
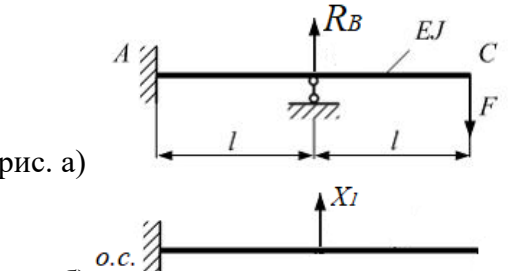
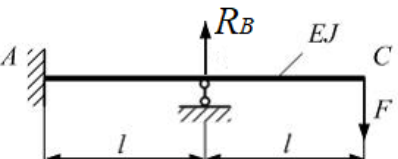
Стержень длиной $l = 1$ м на одном конце жестко зашцеилен, а другой конец – свободен. Модуль упругости материала $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, предельная гибкость $\lambda_{пр} = 100$, размер $b = 2$ см.

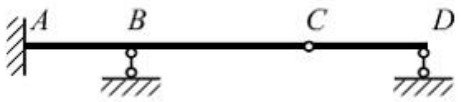
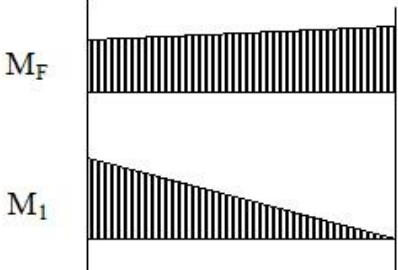
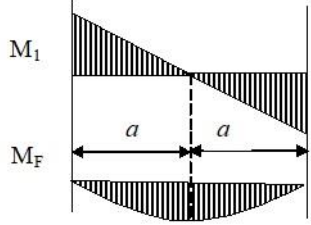


Значение критической силы равно ... кН
(при расчете принять $\pi^2 \approx 10$)

Введите ответ

<p>14. Продемонстрируйте навык расчета статически неопределимых стержневых систем. Укажите все верные основные системы метода сил для представленной на рисунке балки</p>  <p>Выберите несколько вариантов ответа.</p>	<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p> <p>г) </p>
<p>15. Продемонстрируйте навык расчета статически неопределимых стержневых систем. Какие из представленных балок являются статически неопределимыми? Выберите несколько вариантов ответа.</p>	<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p> <p>г) </p> <p>д) </p> <p>е) </p>
<p>16. Продемонстрируйте навык расчета статически неопределимых стержневых систем. Укажите все верные основные системы метода сил для представленной на рисунке балки</p>  <p>Выберите несколько вариантов ответа.</p>	<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p> <p>г) </p>
<p>17. Продемонстрируйте навык расчета статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...</p> 	<p>Введите ответ</p>
<p>18. Продемонстрируйте навык расчета статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...</p> 	<p>Введите ответ</p>
<p>19. Продемонстрируйте навык расчета статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...</p> 	<p>Введите ответ</p>

<p>20. Проявите умение навык расчета статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...</p> 	<p>Введите ответ</p>
<p>21. Проявите умение раскрытия статической неопределимости. Статически неопределимая балка нагружена силой F (рис. а). Один из вариантов основной системы показан на рис. б. Значение коэффициента канонического уравнения метода сил $\delta_{11} = \dots \frac{l^3}{EI_x}$</p> $\delta_{11}X_1 + \Delta_{1F} = 0$  <p>рис. а)</p> <p>рис. б)</p>	<p>Введите ответ</p>
<p>22. Проявите умение раскрытия статической неопределимости. Статически неопределимая балка нагружена силой F (рис. а). Один из вариантов основной системы показан на рис. б. Значение свободного члена канонического уравнения метода сил $\Delta_{1F} = \dots \frac{Fl^3}{EI_x}$</p> $\delta_{11}X_1 + \Delta_{1F} = 0$  <p>рис. а)</p> <p>рис. б)</p>	<p>Введите ответ</p>
<p>23. Проявите умение раскрытия статической неопределимости. Если $l = 1\text{ м}$, $F = 10\text{ кН}$, опорная реакция R_B в представленной балке равна ... кН.</p> 	<p>Введите ответ</p>

<p>24.</p>  <p>Степень статической неопределенности плоской балки равна ...</p>	<p>Введите ответ</p>
<p>25. Продемонстрируйте навык перемножения эпюр. Перемещение, полученное «перемножением» представленных эпюр, будет ...</p> 	<p>а) положительным б) отрицательным в) нулевым</p>
<p>26. Продемонстрируйте навык перемножения эпюр. При перемножении каких эпюр можно применять формулу трапеции? Выберите один ответ:</p>	<p>1. только если обе перемножаемые эпюры линейные 2. если хотя бы одна из перемножаемых эпюр линейна 3. для эпюр любого вида</p>
<p>27. Продемонстрируйте навык в определении характеристик материала. Предел выносливости – это ... Выберите один ответ:</p>	<p>1. наибольшее значение σ_{\max}, при котором образец не разрушится до базы испытаний (не разрушится бесконечно долго) 2. наименьшее значение σ_{\max}, при котором образец разрушится</p>
<p>28. Продемонстрируйте навык проведения расчета на циклическую прочность. Если коэффициент асимметрии цикла равен $r = -1$, то цикл называется ... Выберите один ответ:</p>	<p>1. симметричным 2. отнулевым 3. асимметричным 4. пульсирующим</p>
<p>29. Продемонстрируйте навык перемножения эпюр. Перемещение, полученное «перемножением» представленных эпюр, будет ...</p> 	<p>а) положительным б) отрицательным в) нулевым</p>
<p>30. Продемонстрируйте навык при расчете на устойчивость. Гибкость стержня измеряется в ...</p>	<p>а) Н б) м в) Н·м г) безразмерная</p>

Перечень и содержание лабораторных работ и контрольных работ (заочное обучение)
(СДО, раздел «Текущий контроль»)

3 курс

Лабораторная работа № 1 (1.1) Исследование прочностных и пластических свойств стали при разрыве

Лабораторная работа № 9 (2.6) Определение перемещений в балке при изгибе

Лабораторная работа № 15 (2.14) Определение величины опорной реакции в статически неопределимой балке

Контрольная работа 1 включает в себя типовые задачи 1, 2 и 3.

Типовая задача 1. Расчет статически определимого стержня со ступенчатым изменением площади по участкам.

Прямоосный ступенчатый стержень нагружен осевыми силами F_i , равномерно распределенными нагрузками q_i и собственным весом.

Требуется:

1. Сделать схематический чертеж стержня по заданным размерам, соблюдая масштаб.
2. Найти функцию, определяющую изменение величины продольной силы N по длине стержня, и построить эпюру этой силы.
3. Построить эпюру изменения напряжения по длине стержня.
4. Найти перемещение заданного сечения и определить полное изменение длины стержня.

Типовая задача 2. Кручение валов кругового сечения.

Для нагруженного крутящими моментами вала требуется:

1. Вычертить в масштабе схему вала и указать числовые значения размеров и заданных моментов.
2. Из условия равновесия найти недостающий момент.
3. Построить эпюру крутящего момента.
4. Подобрать диаметр сплошного вала кругового сечения по условиям прочности и жесткости.
5. Подобрать диаметр полого вала по условиям прочности и жесткости при заданном отношении внутреннего диаметра к внешнему.
6. Вычислить в процентах величину экономии материала для полого вала.
7. Построить эпюру углов закручивания, приняв в качестве неподвижного левое крайнее сечение.

Типовая задача 3. Подбор поперечного сечения балки при плоском изгибе.

Статически определимая балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами.

Требуется:

1. Вычертить в масштабе схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
3. Подобрать поперечное сечение балки заданной формы.

Контрольная работа 2 включает в себя типовые задачи 5 и 6.

Типовая задача 5. Определение грузоподъемности внецентренно сжатых или растянутых стержней большой изгибной жесткости.

На стержень заданного поперечного сечения действует внецентренно приложенная сила.

Требуется:

1. Вычертить в масштабе сечение стержня, показав положение главных центральных осей инерции.
2. Определить положение нейтральной линии и показать ее на схеме сечения.
3. Определить положение опасных точек сечения.
4. Определить величину допускаемой нагрузки.
5. Построить эпюру нормального напряжения.

Типовая задача 6. Определение несущей способности центрально-сжатого стержня.

Требуется

1. Для заданной схемы сжатого стержня и поперечного сечения требуется:
2. Определить величину критической силы
3. Определить величину допускаемой нагрузки.
4. Найти коэффициент запаса устойчивости.

Тестовые задания (тесты к защите лабораторных работ)
Перечень и содержание тестов для очной формы обучения

Тесты для студентов заочной формы обучения аналогичны тестам для студентов очной формы обучения .

Материалы для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к экзамену

Для очной формы обучения (модуль 1)

Все вопросы проверяют освоение индикаторов ОПК-4.3.1

Вопросы к экзамену	Индикаторы достижения компетенций
1. В чем суть расчетов на прочность, жесткость, устойчивость?	ОПК-4.3.1
2. Гипотезы, принимаемые в сопротивлении материалов.	ОПК-4.3.1
3. Какое свойство тел называется упругостью?	ОПК-4.3.1
4. Какие материалы называют однородными?	ОПК-4.3.1
5. Что означает понятие «сплошность» («непрерывность») материала?	ОПК-4.3.1
6. Какие материалы называются изотропными, анизотропными?	ОПК-4.3.1
7. К каким простейшим типам с точки зрения формы сводятся различные элементы конструкций?	ОПК-4.3.1
8. Сформулируйте принципы сопротивления материалов.	ОПК-4.3.1
9. Классификация внешних сил.	ОПК-4.3.1
10. Какие опорные закрепления Вы знаете, и какие реакции в них возникают?	ОПК-4.3.1
11. Опишите метод, используемый при определении внутренних усилий.	ОПК-4.3.1
12. Как вводится понятие "внутренние силовые факторы"? Перечислите составляющие главного вектора сил и главного момента.	ОПК-4.3.1
13. Какие напряжения называют опасными (предельными) для хрупких материалов, для пластичных материалов? Почему?	ОПК-4.3.1
14. Как вводят понятие "допускаемое напряжение"?	ОПК-4.3.1
15. Какой вид деформации стержня называют осевой деформацией?	ОПК-4.3.1
16. Какая гипотеза положена в основу теории растяжения (сжатия) прямолинейных стержней, и какой закон распределения напряжений из нее вытекает?	ОПК-4.3.1
17. Сформулируйте гипотезу плоских сечений.	ОПК-4.3.1
18. Сформулируйте правило знаков для нормальной (продольной) силы.	ОПК-4.3.1
19. Сформулируйте признаки, по которым можно проверить правильность построения эпюры нормальной силы (все известные).	ОПК-4.3.1
20. Запишите формулу, по которой вычисляют напряжения в поперечном сечении	ОПК-4.3.1

стержня при осевой деформации? Запишите условие прочности при осевой деформации. Какие задачи можно решать с помощью этого условия?	
21. Какую величину называют жесткостью поперечного сечения стержня при осевой деформации? Приведите выражение и поясните смысл входящих в него величин.	ОПК-4.3.1
22. Запишите формулу, по которой вычисляют удлинение стержня, если нормальная сила и жесткость постоянны по длине стержня?	ОПК-4.3.1
23. Что такое коэффициент Пуассона? Пределы изменения для изотропных материалов.	ОПК-4.3.1
24. Что называют диаграммой растяжения образца?	ОПК-4.3.1
25. Какие материалы называют пластичными, какие хрупкими?	ОПК-4.3.1
26. Изобразите характерную диаграмму растяжения образца из пластичного материала. Изобразите характерную диаграмму растяжения образца из хрупкого материала.	ОПК-4.3.1
27. Как по диаграмме растяжения определить остаточное удлинение (показать на диаграмме)? Как по диаграмме растяжения определить упругое удлинение (показать на диаграмме)?	ОПК-4.3.1
28. Что такое площадка текучести?	ОПК-4.3.1
29. Какое отличие имеет условная диаграмма напряжений от диаграммы растяжения образца? Почему она называется условной?	ОПК-4.3.1
30. Механические характеристики прочности материалов (определения, формулы).	ОПК-4.3.1
31. Что понимают под наклепом материала? Как наклеп влияет на прочностные и пластические свойства материала?	ОПК-4.3.1
32. Перечислите упругие постоянные изотропного материала, укажите их единицы измерения. Напишите формулу, связывающую упругие постоянные.	ОПК-4.3.1
33. Какие напряжения называют нормальными, какие касательными? Как связаны между собой полное, нормальное и касательное напряжения?	ОПК-4.3.1
34. Что такое тензор напряжений? Запишите тензор напряжений и дайте полное название одной из его компонент, расположенной на главной диагонали.	ОПК-4.3.1
35. Сформулируйте свойство парности касательных напряжений и запишите соответствующую формулу.	ОПК-4.3.1
36. Какие площадки называются главными? Какие напряжения называются главными? Их обозначения, нумерация.	ОПК-4.3.1
37. Какие типы напряженных состояний в точке тела Вы знаете? По какому признаку они различаются?	ОПК-4.3.1
38. Запишите закон Гука для случая линейного напряженного состояния.	ОПК-4.3.1
39. Запишите закон Гука при чистом сдвиге.	ОПК-4.3.1
40. Запишите обобщенный закон Гука. Запишите закон Гука для случая, когда оси координат совпадают по направлению с главными осями деформаций.	ОПК-4.3.1
41. Зачем нужны гипотезы (теории) прочности? Что такое эквивалентное (расчетное) напряжение?	ОПК-4.3.1
42. Какое состояние считается опасным в соответствии I гипотезы прочности? Запишите формулу для эквивалентного (расчетного) напряжения по I гипотезе прочности в случае объемного напряженного состояния.	ОПК-4.3.1
43. Какое состояние считается опасным в соответствии II гипотезы прочности? Запишите формулу для эквивалентного (расчетного) напряжения по II гипотезе прочности в случае объемного напряженного состояния.	ОПК-4.3.1
44. Какое состояние считается опасным в соответствии III гипотезы прочности? Запишите формулу для эквивалентного (расчетного) напряжения по III гипотезе прочности в случае объемного напряженного состояния?	ОПК-4.3.1
45. Какое состояние считается опасным в соответствии IV гипотезы прочности?	ОПК-4.3.1
46. Какой вид деформации стержня называется кручением?	ОПК-4.3.1
47. Гипотезы, которые лежат в основе теории кручения круглых валов.	ОПК-4.3.1
48. По каким признакам проверяется правильность построения эпюры крутящего момента?	ОПК-4.3.1
49. Что такое депланация поперечного сечения вала?	ОПК-4.3.1
50. Какие напряжения возникают в поперечном сечении вала при кручении? По какой формуле они вычисляются?	ОПК-4.3.1
51. В каких точках поперечного сечения кругового вала возникают наибольшие касательные напряжения и как их вычисляют? Покажите эпюру распределения	ОПК-4.3.1

касательных напряжений для вала, имеющего в сечении форму круга, кольца.	
52. Как вводят понятие момент сопротивления при кручении (полярный момент сопротивления)?	ОПК-4.3.1
53. Запишите условие прочности при кручении для круглого вала. Какие задачи оно позволяет решать?	ОПК-4.3.1
54. Запишите формулу, по которой вычисляют угол закручивания круглого вала при постоянном по длине крутящем моменте. Что называют жесткостью поперечного сечения при кручении и какова ее размерность?	ОПК-4.3.1
55. Сформулируйте условие жесткости при кручении круглого вала. Какие задачи оно позволяет решать?	ОПК-4.3.1
56. Что такое статический момент площади относительно некоторой оси и в каких единицах он измеряется?	ОПК-4.3.1
57. Какие оси координат называют центральными, что такое центр тяжести плоской фигуры?	ОПК-4.3.1
58. Как связаны между собой статический момент и площадь фигуры? Запишите формулы, по которым определяют положение центра тяжести составной фигуры (дать пояснения).	ОПК-4.3.1
59. Как вводятся понятия осевых и центробежного момента инерции для плоской фигуры, их единицы измерения?	ОПК-4.3.1
60. Как вводится понятие "полярный момент инерции", как связаны между собой полярный и осевые моменты инерции?	ОПК-4.3.1
61. Какой вид деформации стержня называют плоским изгибом? В каком случае изгиб называется чистым, в каком – поперечным? Сформулируйте правило знаков для внутренних усилий при плоском изгибе.	ОПК-4.3.1
62. Запишите дифференциальные зависимости между распределенной нагрузкой, поперечной силой и изгибающим моментом при плоском изгибе?	ОПК-4.3.1
63. По каким признакам можно проверить правильность эпюры поперечной силы (все известные признаки)? По каким признакам можно проверить правильность эпюры изгибающего момента (все известные признаки)?	ОПК-4.3.1
64. В каких сечениях изгибающий момент достигает экстремального значения? Как определить будет ли вершина параболы на эпюре изгибающего момента?	ОПК-4.3.1
65. На каких допущениях построена теория нормальных напряжений при чистом изгибе (перечислить)?	ОПК-4.3.1
66. В чем суть гипотезы не надавливания слоев (не взаимодействия волокон)?	ОПК-4.3.1
67. Запишите формулу, по которой вычисляются нормальные напряжения при чистом изгибе.	ОПК-4.3.1
68. Что такое нейтральный слой и нейтральная (нулевая) линия? Как изменяются по высоте поперечного сечения балки нормальные напряжения при плоском изгибе (показать на рисунке)?	ОПК-4.3.1
69. Как распределены нормальные напряжения по ширине поперечного сечения при плоском изгибе (показать на рисунке)?	ОПК-4.3.1
70. Какая величина называется осевым моментом сопротивления сечения и какова ее размерность?	ОПК-4.3.1
71. Запишите условие прочности по нормальным напряжениям для балок. Какие задачи можно решать с помощью этого условия?	ОПК-4.3.1
72. Запишите формулу для вычисления касательных напряжений при поперечном изгибе, поясните смысл и размерность используемых величин.	ОПК-4.3.1
73. Как распределяются касательные напряжения по высоте балки прямоугольного поперечного сечения (показать на рисунке), чему равны максимальные касательные напряжения?	ОПК-4.3.1
74. Почему для балок из хрупких материалов нецелесообразно применять сечения, симметричные относительно нейтральной оси?	ОПК-4.3.1

Перечень и содержание типовых экзаменационных задач

- 1. Типовая задача Э-1.** Подбор сечения прямоосного ступенчатого стержня при осевой деформации.

Прямоосный ступенчатый стержень нагружен осевыми силами F_i и равномерно распределенной нагрузкой q .

Требуется:

1. Построить эпюру продольной силы.
2. Подобрать площадь поперечного сечения каждого участка стержня.
3. Вычислить перемещение заданной точки оси стержня.

2. **Типовая задача Э-2.** Подбор сечения круглого вала по условиям прочности и жесткости.

Для нагруженного крутящими моментами вала требуется:

1. Из условия равновесия найти недостающий момент.
2. Построить эпюру крутящего момента.
3. Подобрать диаметр сплошного вала кругового сечения по условиям прочности и жесткости.
4. Построить эпюру углов закручивания, приняв в качестве неподвижного левое крайнее сечение.

Перечень вопросов к зачету

Для очной формы обучения (модуль 2)

Все вопросы проверяют освоение индикаторов ОПК-4.3.1

Вопросы к зачету	Индикаторы достижения компетенций
1. Что такое прогиб, угол поворота сечения при плоском изгибе? (пояснить рисунком)? Как связаны между собой прогиб и угол поворота сечения балки (указать выбор системы координат)?	ОПК-4.3.1
2. Какая величина называется жесткостью поперечного сечения балки при изгибе?	ОПК-4.3.1
3. Запишите приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки (указать выбор системы координат), назовите используемые величины и их размерность.	ОПК-4.3.1
4. Сколько постоянных интегрирования надо определять, если балка имеет n грузовых участков? Из каких условий определяются постоянные интегрирования приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки?	ОПК-4.3.1
5. Как записываются граничные условия для шарнирной опоры при интегрировании приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки?	ОПК-4.3.1
6. Как записываются граничные условия для жесткой заделки при интегрировании приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки?	ОПК-4.3.1
7. Как записывается уравнение прогиба балки по методу начальных параметров?	ОПК-4.3.1
8. Что называется сложным сопротивлением (сложной деформацией)?	ОПК-4.3.1
9. Что такое нейтральная (нулевая линия)?	ОПК-4.3.1
10. Как приложена нагрузка, под действием которой стержень находится в условиях косоугольного изгиба?	ОПК-4.3.1
11. Как связаны между собой изгибающие моменты при косоугольном изгибе?	ОПК-4.3.1
12. По какому закону изменяются нормальные напряжения при косоугольном изгибе? Как проходит нейтральная линия при косоугольном изгибе?	ОПК-4.3.1
13. Каково взаимное расположение силовой (линии нагружения) и нейтральной линий при косоугольном изгибе? Чему равно нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при косоугольном изгибе и почему?	ОПК-4.3.1
14. В каких точках поперечного сечения нормальные напряжения при косоугольном изгибе достигают максимальных значений?	ОПК-4.3.1
15. Как вычисляются перемещения при косоугольном изгибе? Как направлен вектор перемещения при косоугольном изгибе?	ОПК-4.3.1
16. При каких условиях реализуется внецентренное растяжение (сжатие)?	ОПК-4.3.1
17. Как вычисляются напряжения при внецентренном действии нагрузок? Чему равно нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при внецентренном растяжении (сжатии)?	ОПК-4.3.1
18. Как определяется положение нейтральной линии при внецентренном растяжении (сжатии)?	ОПК-4.3.1

19. Что такое "ядро сечения"? Для чего надо знать положение ядра сечения?	ОПК-4.3.1
20. Какие точки являются опасными при внецентренном растяжении (сжатии)?	ОПК-4.3.1
21. Как записывается условие прочности при внецентренном действии нагрузок для материалов, одинаково работающих при растяжении и сжатии?	ОПК-4.3.1
22. Как записывается условие прочности при внецентренном действии нагрузок для материалов, по-разному работающих при растяжении и сжатии?	ОПК-4.3.1
23. Какие точки являются опасными при изгибе с кручением стержня круглого сечения (пояснить рисунком)?	ОПК-4.3.1
24. Как записывается условие прочности при изгибе с кручением круглого стержня по III гипотезе прочности?	ОПК-4.3.1
25. Как записывается условие прочности при изгибе с кручением круглого стержня по IV гипотезе прочности?	ОПК-4.3.1
26. Что такое обобщенная сила? Что такое обобщенное перемещение? Как они связаны между собой? Приведите примеры (3-4 примера) обобщенных сил и соответствующих им обобщенных перемещений.	ОПК-4.3.1
27. Сформулируйте теорему Клапейрона. Почему в теореме Клапейрона появляется множитель 0,5?	ОПК-4.3.1
28. Как определяется потенциальная энергия упругой деформации стержня при осевой деформации, при кручении, при плоском изгибе?	ОПК-4.3.1
29. Запишите интеграл Мора в общем виде. Поясните смысл входящих в него величин.	ОПК-4.3.1
30. Как определить поворот заданного сечения балки при плоском изгибе методом Мора?	ОПК-4.3.1
31. Как определить величину прогиба в заданном сечении при плоском поперечном изгибе методом Мора?	ОПК-4.3.1
32. Какие приемы (способы) вычисления интеграла Мора Вы знаете? Запишите соответствующие формулы.	ОПК-4.3.1
33. Какие системы называются статически неопределимыми? Что такое степень статической неопределимости? Что такое "лишние связи"? С какой точки зрения они лишние?	ОПК-4.3.1
34. Какие системы называются статически неопределимыми? Что понимают под основной системой? Приведите примеры (3-4 примера) возможных основных систем для двухпролетной неразрезной балки.	ОПК-4.3.1
35. Приведите примеры нескольких возможных основных систем для балки с одним жестко заделанным концом и дополнительной шарнирно-подвижной опорой.	ОПК-4.3.1
36. Каков физический смысл канонических уравнений метода сил?	ОПК-4.3.1
37. Как проверить правильность расчета статически неопределимой системы?	ОПК-4.3.1
38. В чем заключается статическая проверка? В чем заключается кинематическая (деформационная) проверка?	ОПК-4.3.1
39. Что характерно для эпюр изгибающих моментов статически неопределимых балок?	ОПК-4.3.1
40. Какая форма равновесия называется устойчивой, неустойчивой, безразличной?	ОПК-4.3.1
41. Когда конструкция считается устойчивой? Что означает термин "потеря устойчивости"? Что такое критическая сила?	ОПК-4.3.1
42. Как определяется критическая сила, если возникающие напряжения не превосходят предела пропорциональности? Что такое "приведенная длина стержня"? От чего зависит коэффициент приведения длины?	ОПК-4.3.1
43. Что такое гибкость стержня? Как определяется предельная гибкость для материала?	ОПК-4.3.1
44. Чему равны критические напряжения, если гибкость стержня равна предельной?	ОПК-4.3.1
45. Как классифицируются стержни по их гибкости? При каких напряжениях теряют устойчивость стержни большой гибкости? По какой формуле определяется для них критическая сила?	ОПК-4.3.1
46. Можно ли пользоваться формулой Эйлера за пределом пропорциональности материала?	ОПК-4.3.1
47. Как записывается условие устойчивости сжатого стержня, и какие задачи оно позволяет решать?	ОПК-4.3.1
48. Как определяется допускаемое напряжение на устойчивость? В каких пределах находится величина коэффициента понижения основного допускаемого напряжения (коэффициент продольного изгиба), от чего этот коэффициент зависит?	ОПК-4.3.1
49. Какие поперечные сечения считаются наиболее рациональными для центрально сжатых стержней?	ОПК-4.3.1
50. Могут ли при постоянной нагрузке возникать переменные напряжения? Если да, то приведите примеры.	ОПК-4.3.1

51. Что называется усталостью? Что называется выносливостью материала?	ОПК-4.3.1
52. Что такое цикл напряжений? Какой цикл называется симметричным (проиллюстрируйте графиком)?	ОПК-4.3.1
53. Что такое цикл напряжений? Какой цикл называется знакопостоянным (проиллюстрируйте графиком)?	ОПК-4.3.1
54. Что такое цикл напряжений? Какой цикл называется знакопеременным (проиллюстрируйте графиком)?	ОПК-4.3.1
55. Что такое цикл напряжений? Какой цикл называется отнулевым (проиллюстрируйте графиком)?	ОПК-4.3.1
56. Перечислите основные параметры цикла. Запишите соотношения, связывающие характеристики цикла напряжений	ОПК-4.3.1
57. Что такое коэффициент асимметрии цикла? Какие циклы считаются подобными?	ОПК-4.3.1
58. Что называют кривой Вёлера? Укажите её вид.	ОПК-4.3.1
59. Что называется пределом выносливости материала?	ОПК-4.3.1
60. Может ли предел выносливости быть равным пределу текучести, пределу прочности?	ОПК-4.3.1
61. Какие факторы влияют на величину предела выносливости?	ОПК-4.3.1
62. Как влияют абсолютные размеры поперечного сечения детали на величину предела выносливости?	ОПК-4.3.1
63. Как влияет качество обработки поверхности на величину предела выносливости детали?	ОПК-4.3.1

Перечень и содержание задач на зачете

3. Типовая задача 3-1. Определение перемещений при изгибе балки методом Мора.

Статически определимая балка заданной изгибной жесткости нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами.

Требуется:

1. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы от заданной нагрузки.
2. Подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра.
3. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения, используя графоаналитические приемы вычисления интеграла Мора (прием Верещагина, формулы трапеций и Симпсона).

Перечень вопросов к экзамену и зачету

Для заочной формы обучения (3 курс)

Все вопросы проверяют освоение индикаторов ОПК-4.3.1.

В список вопросов к экзамену и зачету для студентов заочной формы обучения входят вопросы 3 и 4 семестров для студентов очной формы обучения.

Тестовые задания к защите лабораторных работ, включают тесты ТЛ-1, ТЛ-2 для студентов очной формы обучения

3. Описание показателей и критериев оценивания индикаторов достижения компетенций, описание шкал оценивания

Показатель оценивания – описание оцениваемых основных параметров процесса или результата деятельности.

Критерий оценивания – признак, на основании которого проводится оценка по показателю.

Шкала оценивания – порядок преобразования оцениваемых параметров процесса или результата деятельности в баллы.

Показатели, критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля приведены в таблице 3.1 – 3.4.

Т а б л и ц а 3.1 Для очной формы обучения (модуль 1)

№ п/п	Материалы необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оцени- вания
1	Лабораторный практикум: Лабораторные работы №№1-5,7 Типовые задачи 1, 2, 3	Выполнение всех лабораторных работ и всех типовых задач	Все работы выполнены, все задачи решены	60
2	Тесты к защите лабораторных работ ТЛ-1, ТЛ-2, ТЛ-3	Прохождение компьютерного тестирования	Все тесты пройдены	
	Итого количество баллов за выполнение лабораторного практикума с защитой (тесты)			60
3	Заключительный тест ТЗ1	Правильность решения теста (задачи)	Задача решена	10
			Задача не решена	0
			Задача решена частично	1-9
	Итого максимальное количество баллов за заключительный тест			10
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Т а б л и ц а 3.2 Для очной формы обучения (модуль 2)

№ п/п	Материалы необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оцени- вания
1	Лабораторный практикум: Лабораторные работы №№ 9, 15, 16 Типовые задачи 4, 5, 6	Выполнение всех лабораторных работ и всех типовых задач	Все работы выполнены, все задачи решены	60
2	Тесты к защите лабораторных работ ТЛ-4, ТЛ-5	Прохождение компьютерного тестирования	Все тесты пройдены	
	Итого количество баллов за выполнение лабораторного практикума с защитой (тесты)			60
3	Заключительный тест ТЗ2	Правильность решения теста (задачи)	Задача решена	10
			Задача не решена	0
			Задача решена частично	1-9
	Итого максимальное количество баллов за заключительный тест			10
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Т а б л и ц а 3.3

Для заочной формы обучения (для всех специальностей, кроме «Технология производства и ремонта подвижного состава», «Высокоскоростной наземный транспорт») (3 курс, модуль 1)

№ п/п	Материалы необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Контрольные работы КР1	Правильность решения задач	Все контрольные работы сданы	60
2	Лабораторные работы 1	Выполнение лабораторных работ	Все работы выполнены	
	Тесты к защите лабораторных работ ТЛ-1	Прохождение компьютерного тестирования	Все тесты пройдены	
	Итого количество баллов за выполнение контрольных работ, лабораторных работ и их защиту			60
3	Итоговое тестовое задание	Правильность решения	Задача решена	10

	ТЗЗ (задача)	задачи	Задача не решена	0
			Задача решена частично	1-9
	Итого максимальное количество баллов за заключительный тест			10
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Т а б л и ц а 3.4

Для заочной формы обучения (для всех специальностей, кроме «Технология производства и ремонта подвижного состава», «Высокоскоростной наземный транспорт») (3 курс, модуль 2)

№ п/п	Материалы необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оцени- вания
1	Контрольные работы КР2	Правильность решения задач	Все контрольные работы сданы	60
2	Лабораторные работы 7, 9	Выполнение лабораторных работ	Все работы выполнены	
	Тесты к защите лабораторных работ ТЛ-2	Прохождение компьютерного тестирования	Все тесты пройдены	
	Итого количество баллов за выполнение контрольных работ, лабораторных работ и их защиту			
3	Итоговое тестовое задание ТЗ3 (задача)	Правильность решения задачи	Задача решена	10
			Задача не решена	0
			Задача решена частично	1-9
	Итого максимальное количество баллов за заключительный тест			10
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Процедура защиты контрольных работ осуществляется в форме тестовых заданий СДО. Тестовые задания СДО содержат вопросы, указанные в Материалах для текущего контроля для заочной формы обучения.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов достижения компетенций

Процедура оценивания индикаторов достижения компетенций представлена в таблицах 4.1 – 4.4.

Формирование рейтинговой оценки по дисциплине

Т а б л и ц а 4.1 Для очной формы обучения (модуль 1)

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль	Лабораторные работы Типовые задачи Тесты к защите лабораторных работ Заключительный тест	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к экзамену ≥ 50 баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов к экзамену	30	— получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов; — получены достаточно полные

			<p>ответы на вопросы – 20...24 балла;</p> <p>– получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов;</p> <p>– не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов</p>
ИТОГО		100	
3. Итоговая оценка	<p>«Отлично» - 86-100 баллов</p> <p>«Хорошо» - 75-85 баллов</p> <p>«Удовлетворительно» - 60-74 баллов</p> <p>«Неудовлетворительно» - 59 и менее</p>		

Т а б л и ц а 4.2 Для очной формы обучения (модуль 2)

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль	Лабораторные работы Типовые задачи Тесты к защите лабораторных работ Заключительный тест	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.2 Допуск к зачету ≥ 50 баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов к зачету	30	<p>– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов;</p> <p>– получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла;</p> <p>– получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов;</p> <p>– не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов</p>
ИТОГО		100	
3. Итоговая оценка	<p>«Зачтено» - 60 баллов и более</p> <p>«Незачтено» - менее 59 баллов (вкл.)</p>		

Т а б л и ц а 4.3. Для заочной формы обучения (для всех специальностей, кроме «Технология производства и ремонта подвижного состава» и «Высокоскоростной наземный транспорт»).

(3 курс, модуль 1)

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль	Контрольные работы КР1 Лабораторные работы Тесты к защите лабораторных работ Итоговое семестровое задание	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.3. Допуск к экзамену ≥ 50 баллов

2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов к экзамену	30	<ul style="list-style-type: none"> – получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов
ИТОГО		100	
3. Итоговая оценка	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - 59 и менее		

Т а б л и ц а 4.4. Для заочной формы обучения (для всех специальностей, кроме «Технология производства и ремонта подвижного состава» и «Высокоскоростной наземный транспорт»).

(3 курс, модуль 2)

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль	Контрольные работы КР2 Лабораторные работы Тесты к защите лабораторных работ Итоговое семестровое задание	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.4 Допуск к экзамену ≥ 50 баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов к зачету	30	<ul style="list-style-type: none"> – получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов
ИТОГО		100	
3. Итоговая оценка	«Зачтено» - 60 баллов и более «Незачтено» - менее 59 баллов (вкл.)		

Процедура проведения экзамена/зачета осуществляется в форме:

- письменного ответа по вопросам билета (по расписанию сессии);
- тестовых заданий СДО (ликвидация академических задолженностей)

Билет на экзамен/зачет содержит теоретические вопросы и решение практического задания (задачи) по темам из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2.

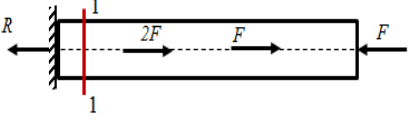

Тестовые задания СДО (ликвидация академических задолженностей) содержат вопросы по темам из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2.

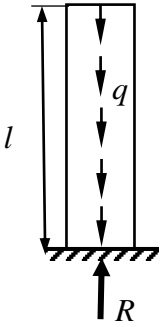
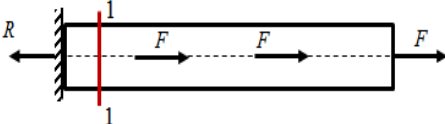
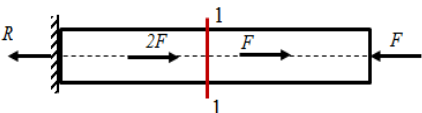
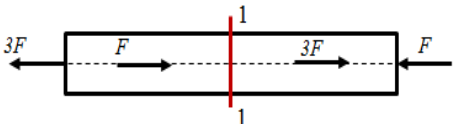
5. Оценочные средства для диагностической работы по результатам освоения дисциплины

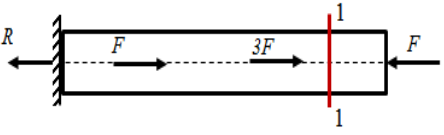
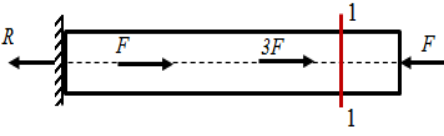
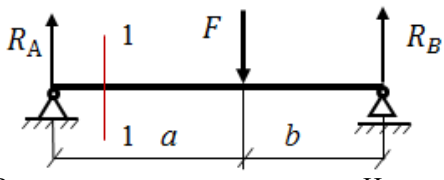
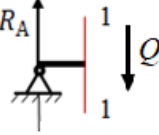
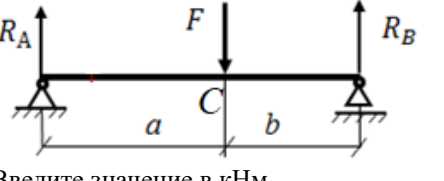
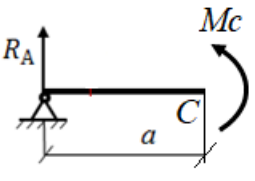
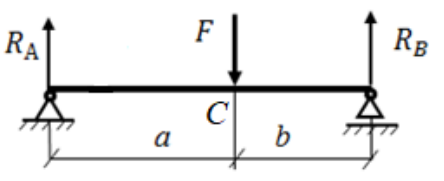
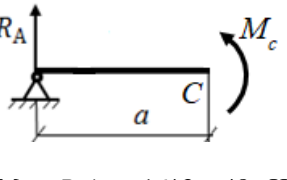
Проверка остаточных знаний обучающихся по дисциплине ведется с помощью оценочных материалов текущего и промежуточного контроля по проверке знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижения компетенций.

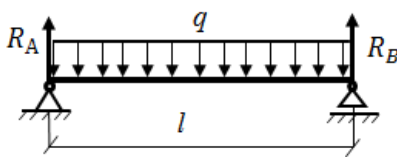
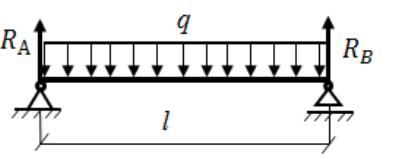
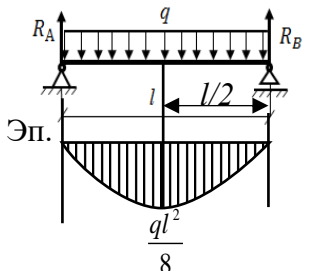
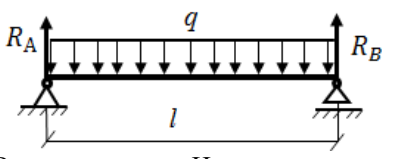
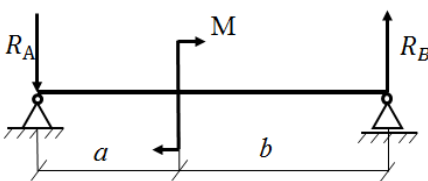
Оценочные задания для формирования диагностической работы по результатам освоения дисциплины (модуля) приведены в таблице 5.1

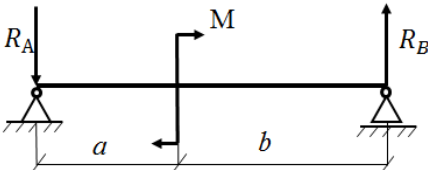
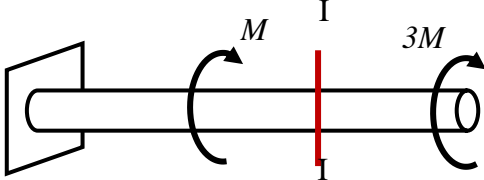
Т а б л и ц а 5.1

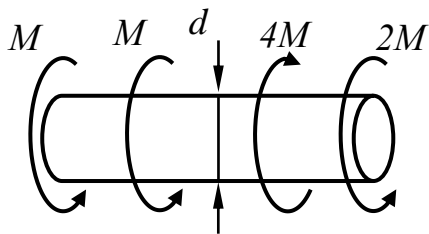
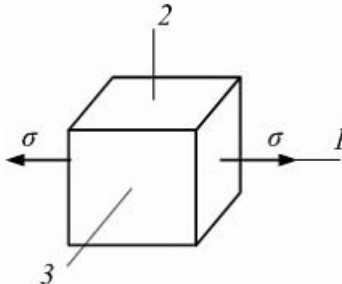
Индикатор достижения компетенции и Знает - 1; Умеет- 2; Опыт деятельности - 3 (владеет/имеет навыки)	Содержание задания	Варианты ответа на вопросы тестовых заданий (для заданий закрытого типа)	Эталон ответа
Модуль 1			
<i>ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов</i>			
ОПК-4.3.1. Обучающийся владеет прикладными и навыками проектирования и расчетов транспортных объектов в соответствии с нормативными документами	<p>1. Проясните навык определять внутренние усилия в элементах конструкций, работающих на растяжение – сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 10$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p>  <p>Введите ответ в кН.</p>		<p>20</p> $N = 2F + F - F = 2F = 20 \text{ кН}$
	<p>2. Проясните навык определять внутренние усилия в элементах конструкций, работающих на растяжение – сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 10$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p>  <p>Введите ответ в кН.</p>		<p>10</p> $N = 2F - F = F = 10 \text{ кН}$
	<p>3. Проясните навык определять опорные реакции. Колонна нагружена собственным весом $q = 20$ кН/м, высота колонны $l = 2$ м. Реакция в заделке равна ...</p>		<p>40</p> $R = q \cdot l = 20 \cdot 2 = 40 \text{ кН}$

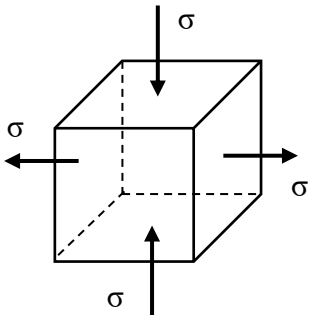
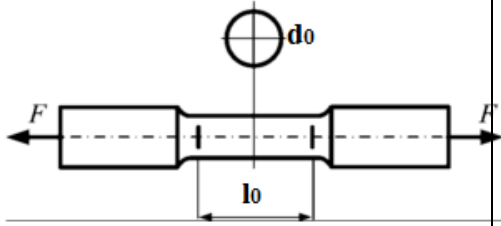
	 <p>Введите значение R в кН.</p>		
	<p>4. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах конструкций, работающих на растяжение – сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 10$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p>  <p>Введите ответ в кН.</p>		<p>30</p> $N = F + F + F = 3F = 30 \text{ кН}$
	<p>5. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах конструкций, работающих на растяжение – сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 15$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p>  <p>Введите ответ в кН.</p>		<p>0</p> $N = F - F = 0 \text{ кН}$
	<p>6. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах конструкций, работающих на растяжение – сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 15$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p>  <p>Введите ответ в кН.</p>		<p>30</p> $N = 3F - F = 2F = 30 \text{ кН}$
	<p>7. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах конструкций, работающих на растяжение – сжатие. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 20$ кН. Значение продольной силы в сечении 1-1 равно ...</p>		<p>-20</p> $N = -F = -20 \text{ кН}$

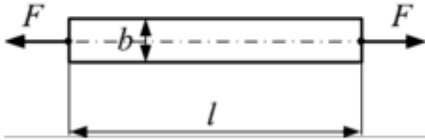
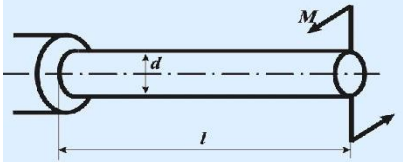
 <p>Введите ответ в кН.</p>		
<p>8. Продемонстрируйте навык определять опорные реакции. На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. $F = 10$ кН Реакция R в заделке равна ...</p>  <p>Введите ответ в кН.</p>		<p>20</p> $N = 3F + F - F = 2F = 20 \text{ кН}$
<p>9. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах конструкций. Расчетная схема главной балки мостового крана представлена в виде однопролетной балки, нагруженной силой $F = 60$ кН, $a = 3$ м, $b = 2$ м. Поперечная сила в сечении 1 – 1 равна ...</p>  <p>Введите значение по модулю в кН.</p>		<p>24</p>  $Q = R_A$ $R_A = \frac{Fb}{(a+b)} = \frac{60 \cdot 2}{5} = 24 \text{ кН}$ $Q = 24 \text{ кН}$
<p>10. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах конструкций. Расчетная схема главной балки мостового крана представлена в виде однопролетной балки, нагруженной силой $F = 60$ кН, $a = 3$ м, $b = 2$ м. Изгибающий момент в сечении C равен ...</p>  <p>Введите значение в кНм.</p>		<p>72</p>  $R_A = \frac{Fb}{(a+b)} = \frac{60 \cdot 2}{5} = 24 \text{ кН}$ $M_C = R_A \cdot a = 24 \cdot 3 = 72 \text{ кНм}$
<p>11. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах конструкций. Расчетная схема главной балки мостового крана представлена в виде однопролетной балки, нагруженной силой $F = 40$ кН, $a = 3$ м, $b = 2$ м. Изгибающий момент в сечении C равен ... кНм.</p>  <p>Введите ответ</p>		<p>48</p> $R_A = \frac{Fb}{(a+b)} = \frac{40 \cdot 2}{5} = 16 \text{ кН}$  $M_C = R_A \cdot a = 16 \cdot 3 = 48 \text{ кНм}$

<p>12. Продемонстрируйте навык определять опорные реакции в закреплениях. Шарнирно-опертая балка загружена равномерно распределенной нагрузкой $q = 10 \text{ кН/м}$, $l = 4 \text{ м}$. Реакция $R_A = \dots$</p>  <p>Введите ответ в кН.</p>		<p>20</p> $R_A = \frac{q \cdot l \cdot 0,5l}{l} = \frac{q \cdot l}{2} = 20 \text{ кН}$
<p>13. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах машиностроительных конструкций. Балка длиной $l = 4 \text{ м}$ загружена равномерно распределенной нагрузкой $q = 10 \text{ кН/м}$. Значение максимального изгибающего момента равно ...</p>  <p>Введите ответ в кНм.</p>		<p>20</p>  $R_A = R_B = \frac{ql}{2} = 20 \text{ кН}$ $M_{\max} = R_A \cdot \frac{l}{2} - q \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{4} = \frac{ql^2}{8}$ <p>$= 20 \text{ кНм}$</p>
<p>14. Продемонстрируйте навык определять опорные реакции в закреплениях. Однопролетная балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой $q = 16 \text{ кН/м}$, $l = 2 \text{ м}$. Реакция R_B равна ...</p>  <p>Введите ответ в кН.</p>		$R_B = \frac{q \cdot l \cdot 0,5l}{l} = \frac{q \cdot l}{2} = 16 \text{ кН}$
<p>15. Продемонстрируйте навык определять опорные реакции в закреплениях. Однопролетная балка нагружена моментом $M = 50 \text{ кНм}$, $a = 2 \text{ м}$, $b = 3 \text{ м}$. Реакция R_A равна ...</p>  <p>Введите ответ в кН.</p>		<p>10</p> $R_A = \frac{M}{(a+b)} = \frac{50}{5} = 10 \text{ кН}$

	<p>16. Продемонстрируйте навык определять опорные реакции в закреплениях. Однопролетная балка нагружена моментом $M = 60 \text{ кНм}$, $a = 2 \text{ м}$, $b = 3 \text{ м}$. Реакция R_A равна ...</p>  <p>Введите ответ в кН.</p>		<p>12</p> $R_B = \frac{M}{(a+b)} = \frac{60}{5} = 12 \text{ кНм}$
	<p>17. Продемонстрируйте навык определять внутренние усилия в элементах строительных конструкций. Вал, представленный на рисунке, загружен двумя моментами $M = 10 \text{ кНм}$. Крутящий момент в сечении 1 – 1 по абсолютному значению равен ... кНм.</p>  <p>Введите ответ.</p>		<p>30</p> $M_{I-I} = 3M = 30 \text{ кНм}$
	<p>18. Продемонстрируйте навык в последовательности действий для определения внутренних усилий в стержне методом сечений.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • отбрасываем одну из его частей; • уравниваем рассматриваемую часть стержня; • заменяем действие отброшенной части на оставленную усилием; • рассекаем стержень сечением, перпендикулярным оси; 	<ol style="list-style-type: none"> 1) рассекаем стержень сечением, перпендикулярным оси; 2) отбрасываем одну из его частей; 3) заменяем действие отброшенной части на оставленную усилием; 4) уравниваем рассматриваемую часть стержня.
	<p>19. Продемонстрируйте навык в последовательности при расчете статически определимой системы на прочность.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Построить эпюры внутренних усилий. • Вычислить (если это необходимо) опорные реакции. • Найти внутренние усилия, возникающие в поперечных сечениях каждого 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Вычислить (если это необходимо) опорные реакции. 2) Найти внутренние усилия, возникающие в поперечных сечениях каждого участка конструкции от действия внешних нагрузок. 3) Построить эпюры внутренних усилий. 4) Определить положение опасного сечения и опасных точек, где напряжения

	<p>участка конструкции от действия внешних нагрузок.</p> <ul style="list-style-type: none">• Записать условие прочности, проверить его выполнение.• Определить положение опасного сечения и опасных точек, где напряжения достигают наибольших по абсолютной величине значений.	<p>достигают наибольших по абсолютной величине значений.</p> <p>5) Записать условие прочности, проверить его выполнение.</p>
<p>20. Продемонстрируйте навык определять рациональные размеры поперечных сечений элементов конструкций.</p> <p>Из условия прочности, при заданном значении $[\tau]$, наименьший допускаемый диаметр вала равен $d = \dots$ см</p>  <p>При решении принять $W_p = 0,2 d^3$, $M = 64$ кНм, $[\tau] = 80$ МПа.</p>		<p>20</p> <p>Из условия прочности:</p> $W_p = 0,2 d^3 \geq \frac{ M_z _{\max}}{[\tau]}$ $ M_z _{\max} = 2M$ $d = \sqrt[3]{\frac{2M}{0,2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{10M}{[\tau]}} =$ $= \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 64 \text{ кНм}}{80 \cdot 10^3 \text{ кН} / \text{м}^2}} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}$
<p>21. Продемонстрируйте навык проводить анализ напряженно-деформированного состояния в точке тела. В элементе мостовой конструкции возникает напряженное состояние, представленное на рисунке.</p>  <p>Главные напряжения $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ равны ...</p>		$\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 0, \sigma_3 = 0$

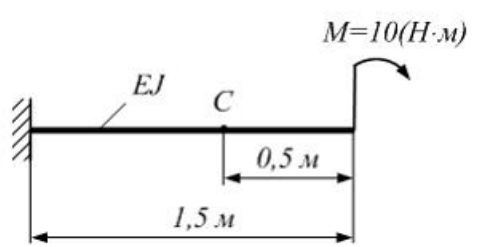
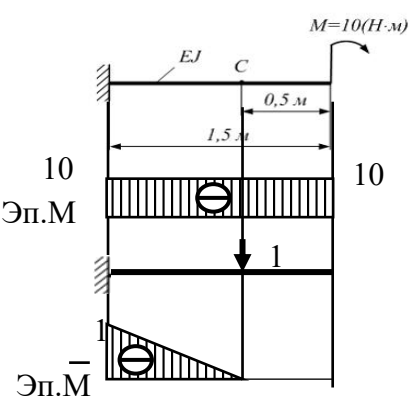
	<p>22. Продемонстрируйте навык определять главные напряжения. В элементе конструкции возникает напряженное состояние, представленное на рисунке.</p>  <p>Главные напряжения $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ равны ...</p>		$\sigma_1 = \sigma,$ $\sigma_2 = 0,$ $\sigma_3 = -\sigma,$ <p>т.к.</p> $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$
	<p>23. Продемонстрируйте навыки определения механических характеристик пластичности материала. При испытании на растяжение цилиндрического образца (начальный диаметр $d_0 = 10$ мм, длина расчетной части до разрыва $l_0 = 100$ мм) длина расчетной части после разрыва составила 125 мм. Относительное остаточное удлинение образца δ равно ... %.</p> <p>Введите ответ в процентах.</p>		<p>25</p> $\delta = \frac{125 - 100}{100} \cdot 100\% = 25\%$
	<p>24. Продемонстрируйте навыки определения механических характеристик пластичности материала. При испытании на растяжение цилиндрического образца (начальный диаметр $d_0 = 6$ мм, длина расчетной части до разрыва $l_0 = 100$ мм) относительное остаточное удлинение образца δ составило 20 %. Длина расчетной части после разрыва составила ...</p>  <p>Введите ответ в мм.</p>		<p>120 мм</p> $\delta = \frac{l_0 - l_1}{l_0} \cdot 100\% = 20\%$ $l_1 = l_0 + l_0 \cdot \delta =$ $= 100 \text{ мм} (1 + 0,2) = 120 \text{ мм}$

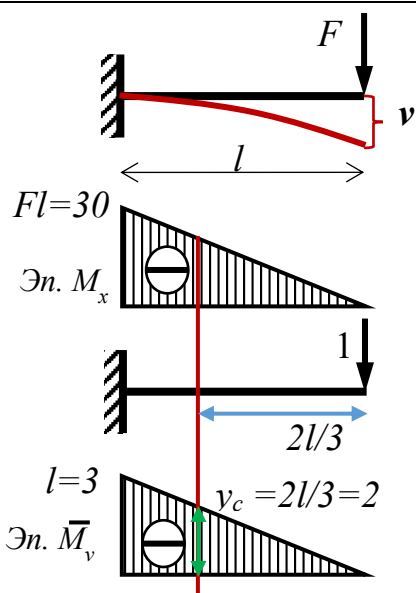
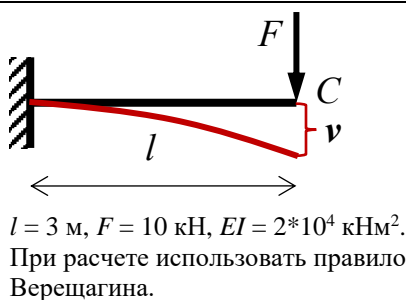
	<p>25. Продемонстрируйте навыки экспериментального определения упругих постоянных материала при осевой деформации. Образец растягивается силами F.</p>  <p>Размеры образца до испытаний: $l = 100$ мм, $b = 20$ мм. После приложения силы длина образца увеличилась на 0,02 мм, а поперечный размер уменьшился на 0,001 мм. Коэффициент Пуассона материала равен... Выберите один вариант ответа на вопрос.</p>	<p>1). 0,2 2). 0,5 3). 0,25 4). 0,3</p>	<p>0,25</p> $\nu = \left \frac{\varepsilon_n}{\varepsilon} \right = \frac{0,001 \cdot 100}{20 \cdot 0,02} = 0,25$ $ \varepsilon_n = \frac{0,001}{20}$ $\varepsilon = \frac{0,02}{100}$
	<p>26. Продемонстрируйте навык в определении последовательности действий при расчете оси транспортного объекта. Расчетная схема оси сводится к балке на двух опорах. Последовательность действий при проектировочном расчете такой балки:</p> <p>27. Продемонстрируйте навык в определении наибольшего угла закручивания вала. Материал вала подчиняется закону Гука.</p>  <p>28. Продемонстрируйте навык в проведении анализа напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций. В точке нагруженного тела на трех главных площадках известны значения нормальных напряжений:</p> <p style="text-align: center;">25 МПа, – 120 МПа, 80 МПа.</p> <p>Главные напряжения в этом случае равны ... Выберите один вариант ответа.</p>	<p>• определение опасных сечений; • определение размеров сечений; • определение реактивных усилий; • построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов</p> <p>Наибольший угол закручивания вала определяется по формуле</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\frac{16Ml}{\pi d^3}$ • $\frac{16Ml}{Gd^3}$ • $\frac{32Ml}{G\pi d^4}$ • $\frac{64Ml}{Gd^4}$ <p>1). $\sigma_1 = 120$ МПа, $\sigma_2 = 25$ МПа, $\sigma_3 = 80$ МПа 2). $\sigma_1 = -120$ МПа, $\sigma_2 = 25$ МПа, $\sigma_3 = 80$ МПа 3). $\sigma_1 = 25$ МПа, $\sigma_2 = 80$ МПа, $\sigma_3 = -120$ МПа 4). $\sigma_1 = 80$ МПа, $\sigma_2 = 25$ МПа,</p>	<p>1. определение реактивных усилий; 2. построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов; 3. определение опасных сечений; 4. определение размеров сечений.</p> <p>Решение:</p> $\varphi = \frac{Ml}{GI_p}, \quad I_p = \frac{\pi d^4}{32}$ <p>Поэтому</p> $\varphi_{\max} = \frac{32Ml}{G\pi d^4}.$ <p>Ответ: 4). $\sigma_1 = 80$ МПа, $\sigma_2 = 25$ МПа, $\sigma_3 = -120$ МПа, т.к. $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$</p>

		$\sigma_3 = -120 \text{ МПа}$	
29. Продемонстрируйте навык в определении жесткостных характеристик. Жесткость вала при кручении обозначают ... Выберите один ответ:	1. EA 2. $Gl\rho$ 3. Elx	Ответ: 2. $Gl\rho$	
30. Продемонстрируйте навык в определении жесткостных характеристик стержня. Жесткость сечения стержня при осевой деформации обозначают ... Выберите один ответ:	1. EA 2. $Gl\rho$ 3. Elx	Ответ: 1. EA	

Модуль 2

ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов

<p>ОПК-4.3.1. Обучающийся владеет прикладными и навыками проектирования и расчётов транспортных объектов в соответствии с нормативными документами</p>	<p>1. Продемонстрируйте навык определять перемещения в балке. Вертикальное перемещение сечения C указанной балки равно ... $\frac{H \cdot m^3}{EJ}$</p>  <p>Жесткость балки EJ. Введите ответ</p>	<p>$\frac{5H \cdot m^3}{EJ}$</p>  <p>$v_c = (M \times \bar{M}) = \frac{5 H \cdot m^3}{EJ}$</p> <p>$(M \times \bar{M})$ можно посчитать по одной из трех формул, любой из этих расчетов оценивается как верный</p> <p>$(M \times \bar{M}) = \frac{10 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot H \cdot m^3}{EJ}$</p> <p>Или</p> <p>$(M \times \bar{M}) = \frac{1_m}{6EJ} (10H_m \cdot 1_m + 4 \cdot 10H_m \cdot 0,5_m)$</p> <p>Или</p> <p>$(M \times \bar{M}) = \frac{1_m}{6EJ} (2 \cdot 10H_m \cdot 1_m + 10H_m \cdot 1_m)$</p>
	2. Продемонстрируйте навык определять перемещения в балке. Вертикальное перемещение сечения C указанной балки равно ... мм.	4,5 мм



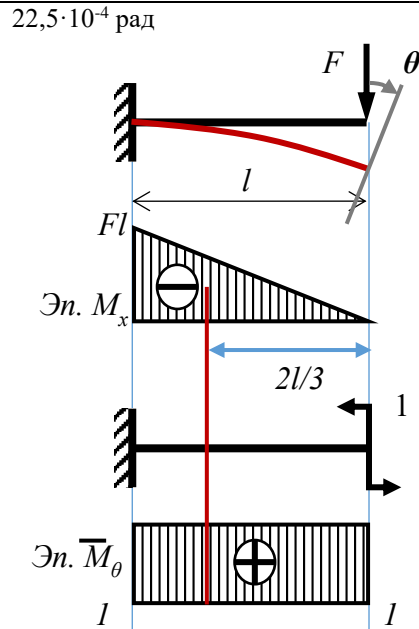
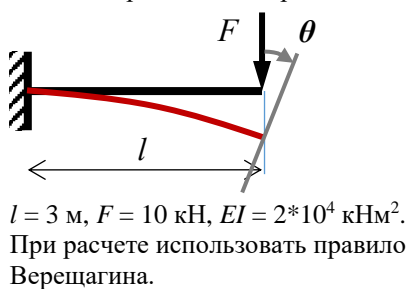
$$v = \int_0^l \frac{M\bar{M}}{EI} dz = \frac{\Omega \cdot y_c}{EI}$$

$$\Omega = -\frac{1}{2} Fl \cdot l \quad y_c = -\frac{2}{3} l$$

$$v = \left(-\frac{1}{2} Fl \cdot l \right) \cdot \left(-\frac{2}{3} l \right) \cdot \frac{1}{EI} =$$

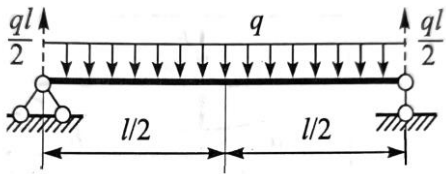
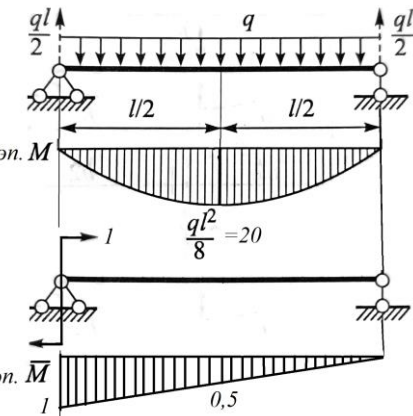
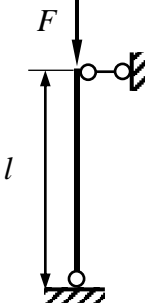
$$= \frac{Fl^3}{3EI} = \frac{10 \text{ кН} \cdot 3^3 \text{ м}^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2} = 4,5 \text{ мм}$$

3. Продемонстрируйте навык определять углы поворота сечений балок.
Угол поворота правого торца представленной балки θ по абсолютному значению равен $\dots \cdot 10^{-4}$ рад.

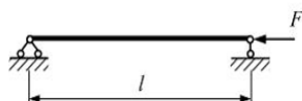


$$v = \int_0^l \frac{M\bar{M}}{EI} dz = \frac{\Omega \cdot y_c}{EI}$$

$$\Omega = -\frac{1}{2} Fl \cdot l \quad y_c = 1$$

		$\theta = \left -\frac{1}{2} Fl \cdot l \right \cdot 1 \cdot \frac{1}{EI} = \frac{Fl^2}{2EI}$ $= \frac{10 \text{ кНм} \cdot 3^2 \text{ м}^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2} = 22,5 \cdot 10^{-4} \text{ рад}$
	<p>4. Продемонстрируйте навык определять углы поворота сечений балок. Угол поворота левого торца представленной балки θ по абсолютному значению равен ... $\cdot 10^{-4}$ рад.</p>  <p>$l = 4 \text{ м}, q = 10 \text{ кН/м}, EI = 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2$. При расчете использовать формулу Симпсона.</p>	<p>$20 \cdot 10^{-4} \text{ рад}$</p>  <p>$v = \frac{1}{2 \cdot 10^4} (4 \cdot 20 \cdot 0,5) = 20 \cdot 10^{-4} \text{ рад}$</p>
<p>5. Продемонстрируйте навык вычислять критическое напряжение в центрально сжатом стержне.</p> <p>Стойка представляет собой стержень круглого сечения диаметром $d = 4 \text{ см}$, нагруженный внешней силой F. Модуль упругости материала $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, длина $l = 2 \text{ м}$. Значение критического напряжения равно ... (при расчете принять $\pi^2 \approx 10$)</p>		<p>50 МПа</p> $\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{1 \cdot 200 \text{ см}}{1 \text{ см}} = 200$ <p>$\mu = 1, i_{\min} = d/4 = 1 \text{ см}$ $\lambda > 100 = \lambda_{\text{пр}} \Rightarrow$ критическое напряжение нужно вычислять по формуле Эйлера.</p> $\sigma_{\text{кр}} = \frac{F_{\text{кр}}}{A} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} =$ $= \frac{10 \cdot 2 \cdot 10^5}{200^2} = 50 \text{ МПа}$
	<p>6. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. Элемент ферменной конструкции представляет собой стержень круглого сечения диаметром d, нагруженный внешней силой F (см. рис.) Допускаемое напряжение на устойчивость $[\sigma]_y$ равно ... МПа</p>	<p>$\mu = 1, i_{\min} = d/4 = 4 \text{ см}$</p> $\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{1 \cdot 200 \text{ см}}{4 \text{ см}} = 50$ <p>$\varphi = 0,89$ $[\sigma]_y = [\sigma] \cdot \varphi = 200 \cdot 0,89 = 178 \text{ МПа}$</p>

λ	φ
0	1
10	0,99
20	0,96
30	0,94
40	0,92
50	0,89
60	0,86
70	0,81
80	0,75
90	0,69
100	0,60
110	0,52
120	0,45
130	0,40
140	0,36
150	0,32



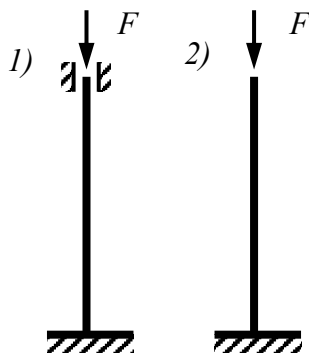
Длина стержня $l = 2 \text{ м}$.

Поперечное сечение – круг

диаметром $d = 16 \text{ см}$

Допускаемое напряжение на сжатие $[\sigma]_c = 200 \text{ МПа}$.

7. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. На рисунке показаны два варианта закрепления одинаковых стоек. Отношение значений критических напряжений $\sigma_{кр}^{(1)} / \sigma_{кр}^{(2)} = \dots$ (при решении учитывайте, что напряжение в стержнях не превышает предел пропорциональности)



16

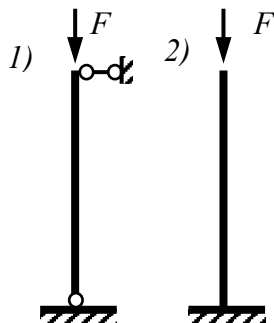
$$\sigma_{кр} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

$$\lambda_1 = \frac{0,5l}{i_{\min}}$$

$$\lambda_2 = \frac{2l}{i_{\min}} = 4\lambda_1$$

$$\sigma_{кр}^{(1)} / \sigma_{кр}^{(2)} = \frac{\pi^2 E}{\lambda_1^2} \cdot \frac{\lambda_2^2}{\pi^2 E} = 16$$

8. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. На рисунке показаны два варианта закрепления одинаковых стоек. Отношение значений критических напряжений $\sigma_{кр}^{(1)} / \sigma_{кр}^{(2)} = \dots$ (при решении учитывайте, что напряжение в стержнях не превышает предел пропорциональности).



4

$$\sigma_{кр} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

$$\lambda_1 = \frac{1 \cdot l}{i_{\min}}$$

$$\lambda_2 = \frac{2l}{i_{\min}} = 2\lambda_1$$

$$\sigma_{кр}^{(1)} / \sigma_{кр}^{(2)} = \frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2} = 4$$

9. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. Элемент ферменной конструкции представляет собой стержень круглого сечения диаметром d , нагруженный внешней силой F (см. рис.) Допускаемое напряжение на устойчивость $[\sigma]_y$ равно ... МПа

120

$$\mu = 0,5, i_{\min} = d/4 = 1 \text{ см}$$

λ	φ
0	1
10	0,99
20	0,96
30	0,94
40	0,92
50	0,89
60	0,86
70	0,81
80	0,75
90	0,69
100	0,60
110	0,52
120	0,45
130	0,40
140	0,36
150	0,32



$$\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{0,5 \cdot 200 \text{ см}}{1 \text{ см}} = 100$$

$$\varphi = 0,6$$

$$[\sigma]_y = [\sigma]_c \cdot \varphi = 200 \cdot 0,6 = 120 \text{ МПа}$$

10. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. Элемент ферменной конструкции представляет собой стержень круглого сечения диаметром d , нагруженный внешней силой F (см. рис.)

Допускаемое напряжение на устойчивость $[\sigma]_y$ равно ... МПа

λ	φ
0	1
10	0,99
20	0,96
30	0,94
40	0,92
50	0,89
60	0,86
70	0,81
80	0,75
90	0,69
100	0,60
110	0,52
120	0,45
130	0,40
140	0,36
150	0,32



Допускаемое напряжение на сжатие $[\sigma]_c = 200 \text{ МПа}$.

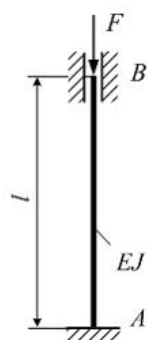
$$\mu = 1, i_{\min} = d/4 = 1,5 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{1 \cdot 180 \text{ см}}{1,5 \text{ см}} = 120$$

$$\varphi = 0,45$$

$$[\sigma]_y = [\sigma]_c \cdot \varphi = 200 \cdot 0,45 = 90 \text{ МПа}$$

11. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. Во сколько раз уменьшится критическая сила, если у стойки удалить опору В.



(при решении учитывайте, что напряжение в стержнях не превышают предел пропорциональности)

Уменьшится в 16 раз.

$$F_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2}$$

$$F_{кр}^{(1)} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(0,5l)^2}, F_{кр}^{(2)} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(2l)^2}$$

$$\frac{F_{кр}^{(2)}}{F_{кр}^{(1)}} = \frac{(0,5)^2}{2^2} = \frac{1}{16}$$

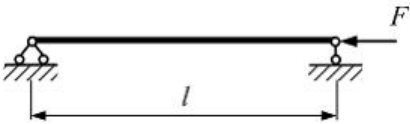
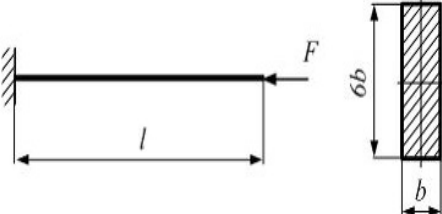
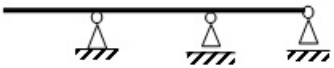
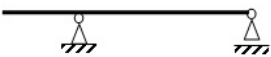
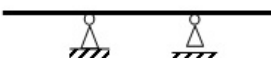
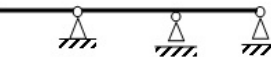
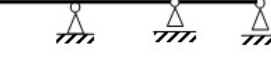
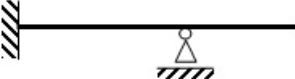
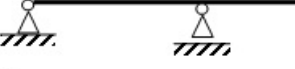
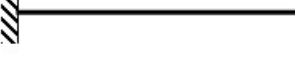
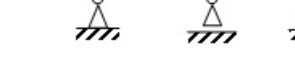

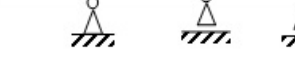
Критическая сила уменьшится в 16 раз.

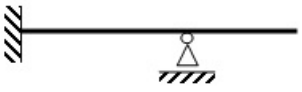
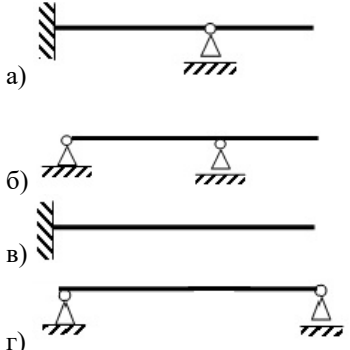
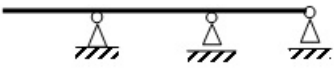
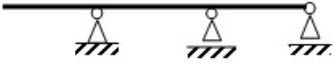
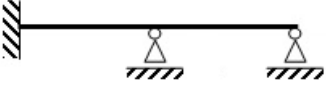
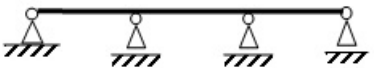
12. Продемонстрируйте навык вести расчеты на устойчивость. Стержень длиной l нагружен сжимающей силой F . При увеличении длины в 2 раза значение критической силы уменьшится ... раза.

В 4 раза

$$F_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(l)^2}$$

$$F_{кр}^{(2)} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(2l)^2} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(l)^2}$$

		<p>Критическая сила уменьшится в 4 раза.</p>
	<p>13. Продемонстрируйте навык рассчитывать критическую силу. Стержень длиной $l = 1$ м на одном конце жестко зашцеилен, а другой конец – свободен. Модуль упругости материала $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, предельная гибкость $\lambda_{np} = 100$, размер $b = 2$ см.</p>  <p>Значение критической силы равно ... кН (при расчете принять $\pi^2 \approx 10$)</p>	<p>40 кН</p> $i_{\min} = \sqrt{\frac{6b \cdot b^3}{12 \cdot 6b^2}} = \frac{b}{2\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \text{ см}$ $\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{2 \cdot 100 \text{ см} \sqrt{3}}{1 \text{ см}} = 346 > \lambda_{np}$ $F_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(2l)^2} =$ $= \frac{10 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10^3 \cdot 8 \cdot 10^{-8}}{(2 \cdot 1)^2} = 40 \text{ кН}$
	<p>14. Продемонстрируйте навык вести расчет статически неопределимых стержневых систем.</p> <p>Укажите все верные основные системы метода сил для представленной на рисунке балки</p>  <p>Выберите несколько вариантов ответа.</p>	<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p> <p>г) </p> <p>а) б) г)</p>
	<p>15. Продемонстрируйте навык вести расчет статически неопределимых стержневых систем.</p> <p>Какие из представленный балок являются статически неопределимыми?</p> <p>Выберите несколько вариантов ответа.</p>	<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p> <p>г) </p> <p>д) </p> <p>е) </p> <p>а) г)</p>

<p>16. Продемонстрируйте навык вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Укажите все верные основные системы метода сил для представленной на рисунке балки</p>  <p>Выберите несколько вариантов ответа.</p>	 <p>а) б) в) г)</p>
<p>17. Продемонстрируйте навык вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...</p>  <p>Введите ответ.</p>	<p>1 $n = 4 - 3 = 1$</p>
<p>18. Продемонстрируйте навык вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...</p>  <p>Введите ответ.</p>	<p>1 $n = 4 - 3 = 1$</p>
<p>19. Продемонстрируйте навык вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...</p>  <p>Введите ответ.</p>	<p>2 $n = 5 - 3 = 2$</p>
<p>20. Продемонстрируйте навык вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...</p>  <p>Введите ответ.</p>	<p>2 $n = 5 - 3 = 2$</p>
<p>21. Продемонстрируйте навык раскрывать статическую неопределимость. Статически неопределимая балка нагружена силой F (рис. а). Один из вариантов основной системы показан на рис. б. Значение коэффициента канонического уравнения метода сил $\delta_{11} = \dots$</p> $\delta_{11}X_1 + \Delta_{1F} = 0$ <p>рис. а)</p>	$\frac{l^3}{3EI_x}$

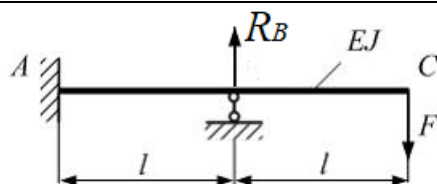
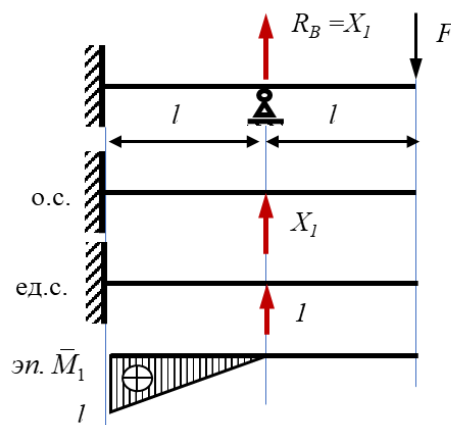


рис. б)



$$\delta_{11} = \int_l \frac{\bar{M}_1 \bar{M}_1}{EI_x} dz = \frac{l}{6EI_x} (2l \cdot l) = \frac{l^3}{3EI_x}$$

22. Продемонстрируйте навык раскрывать статическую неопределимость. Статически неопределимая балка нагружена силой F (рис. а). Один из вариантов основной системы показан на рис. б. Значение свободного члена канонического уравнения метода сил $\Delta_{1F} = \dots$

$$\delta_{11}X_1 + \Delta_{1F} = 0$$

рис. а)

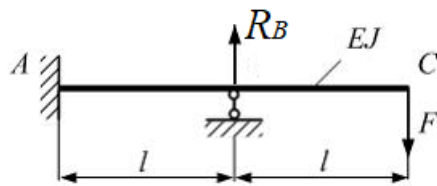
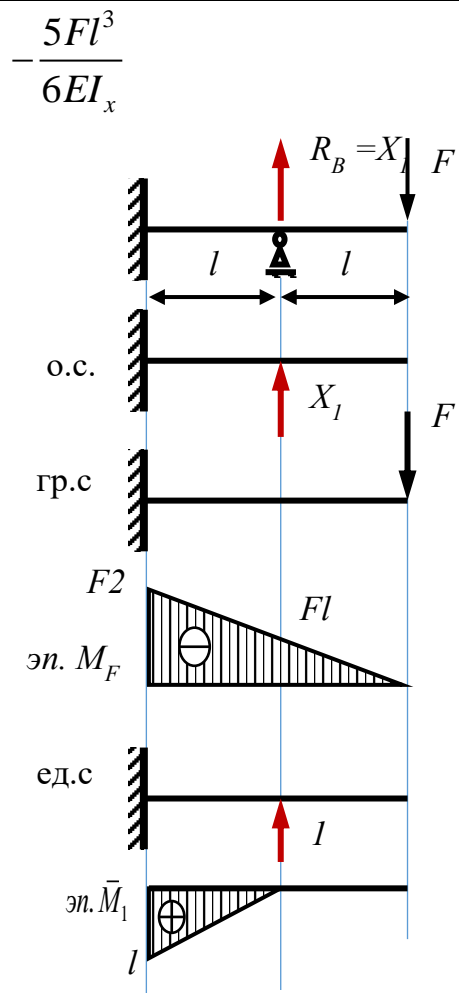
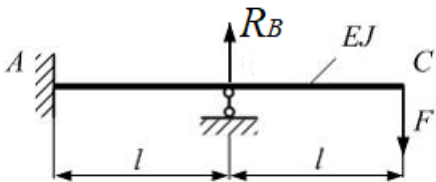
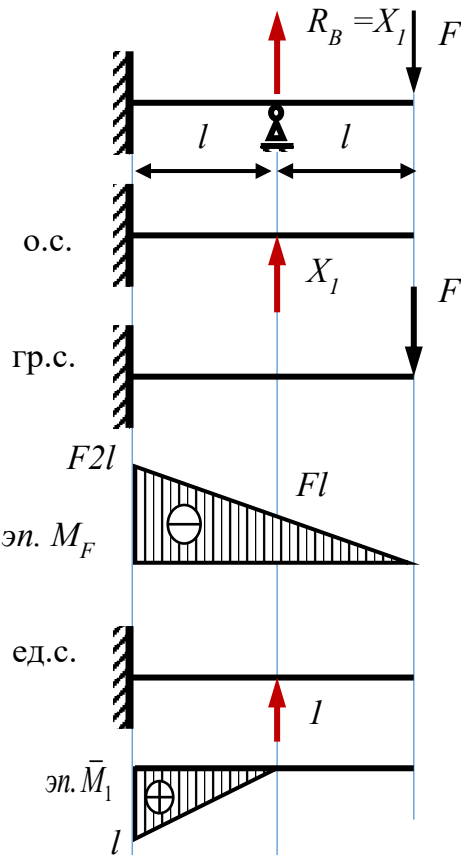
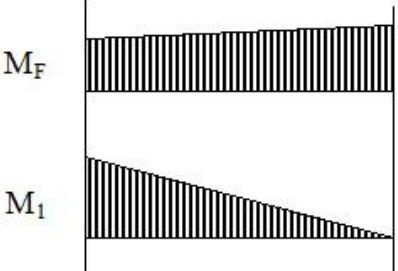
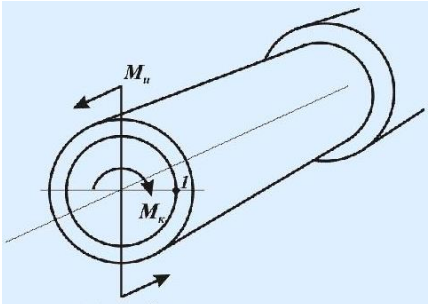
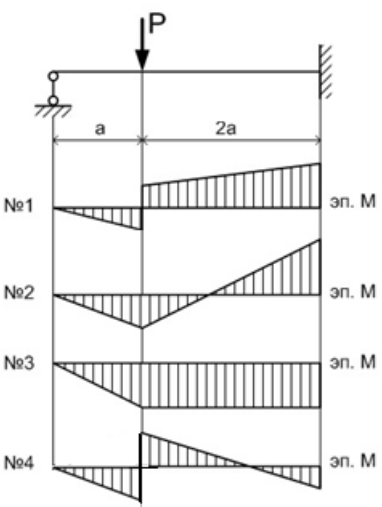


рис. б)



		$\Delta_{1F} = \int_l \frac{M_F \bar{M}_1}{EI_x} dz =$ $= \frac{l}{6EI_x} (-F 2l \cdot l + 4(-1,5Fl) \cdot 0,5l) =$ $= -\frac{5Fl^3}{6EI_x}$
	<p>23. Продемонстрируйте навык раскрывать статическую неопределимость. Если $l = 1\text{ м}$, $F = 10\text{ кН}$, опорная реакция R_B в представленной балке равна ... кН.</p> 	<p>25 кН</p>  <p>о.с. гр.с. эн. M_F ед.с. эн. \bar{M}_1</p> $X_1 = -\frac{\Delta_{1F}}{\delta_{11}}$ $\delta_{11} = \int_l \frac{\bar{M}_1 \bar{M}_1}{EI_x} dz = \frac{l}{6EI_x} (2l \cdot l) = \frac{l^3}{3EI_x}$ $\Delta_{1F} = \int_l \frac{M_F \bar{M}_1}{EI_x} dz =$ $= \frac{l}{6EI_x} (-F 2l \cdot l + 4(-1,5Fl) \cdot 0,5l) =$ $= -\frac{5Fl^3}{6EI_x}$ $X_1 = \frac{5F}{2} = 2,5F = 25\text{ кН}$

	<p>25. Перемещение, полученное «перемножением» представленных эпюр, будет ...</p> 	<p>а) положительным б) отрицательным в) нулевым</p> <p>Ответ: а) положительным</p>
	<p>26. При перемножении каких эпюр можно применять формулу трапеции? Выберите один ответ:</p>	<p>1. только если обе перемножаемые эпюры линейные 2. если хотя бы одна из перемножаемых эпюр линейна 3. для эпюр любого вида</p> <p>Ответ: 1. Только если обе перемножаемые эпюры линейные</p>
	<p>27. Предел выносливости – это ... Выберите один ответ:</p>	<p>1. наибольшее значение σ_{\max}, при котором образец не разрушится до базы испытаний (не разрушится бесконечно долго) 2. наименьшее значение σ_{\max}, при котором образец разрушится</p> <p>Ответ: 1. наибольшее значение σ_{\max}, при котором образец не разрушится до базы испытаний (не разрушится бесконечно долго)</p>
	<p>28. Если коэффициент асимметрии цикла равен $r = -1$, то цикл называется ... Выберите один ответ:</p>	<p>1. симметричным 2. отнулевым 3. асимметричным 4. пульсирующим</p> <p>Ответ: 1. симметричным</p>
	<p>29. Продемонстрируйте навык в определении вида напряженного состояния. При изгибе с кручением полого вала в точке 1 сечения имеет место ...</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • чистый изгиб • чистый сдвиг • объемное напряженное состояние • линейное напряженное состояние <p>Ответ: чистый сдвиг</p>

	<p>30. Пр продемонстрируйте навык в проверке правильности построения эпюры изгибающего момента, построенной для статически неопределимой балки. Эпюра изгибающего момента для приведенной на рисунке статически неопределимой балки имеет номер ...</p>  <p>Выберите один вариант ответа на вопрос.</p>	<p>№1 №2 №3 №4</p> <p>Ответ: №2</p>
--	--	---

Разработчик оценочных материалов, к.т.н., доцент

С.А. Видюшенков