

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.В.1 «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»
для направления
08.03.01 «Строительство»
по профилю
«Промышленное и гражданское строительство»

Форма обучения – очная, очно-заочная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Оценочные материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций»
Протокол № 6 от «18» декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Механика и прочность материалов и
конструкций»
«18» декабря 2024 г.

С.А.Видюшенков

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
по профилю «Промышленное и гражданское
строительство»
«18» декабря 2024 г.

Г.А.Богданова

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 таблице 2.1

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
ПК-4 Выполнение расчетов бетонных и железобетонных конструкций по предельным состояниям первой группы и выполнение текстовой и графической частей проектной или рабочей документации раздела "Конструкции железобетонные"		
ПК-4.3.2 Имеет навыки формирования конструктивной системы и расчетной схемы зданий и сооружений и их элементов, в которых применяются бетонные и железобетонные конструкции	Обучающийся <i>имеет навыки:</i> - формировать расчетные схемы зданий сооружений и их элементов при различных видах деформаций.	Тесты по лабораторным работам Блоки № 1, 2, 3. Итоговый семестровый тест №1. Перечень вопросов к экзамену
ПК-5 Выполнение расчетов бетонных и железобетонных конструкций по предельным состояниям второй группы и выполнение текстовой и графической частей проектной или рабочей документации раздела "Конструкции железобетонные"		
ПК-5.2.2 Умеет выполнять аналитические расчеты бетонных и железобетонных конструкций и подбирать сечения элементов	Обучающийся <i>умеет:</i> - определять грузоподъемность и подбор поперечного сечения элементов строительных конструкций; - определять усилия и перемещения в статически определимых стержневых системах строительных	Расчетно-графическая работа 1 (Типовые задачи Р-1.1, Р-1.2) Расчетно-графическая работа 2 (Типовые задачи Р-2.1, Р-2.2) Расчетно-графическая работа 3 (Типовые задачи Р-3.1, Р-3.2) Задачи к экзамену I, II, III, IV

	конструкций; - раскрывать статическую неопределимость статических неопределимых систем и определять усилия в стержнях методом сил; -проводить расчеты на прочность и жесткость при различных видах деформации при действии статических и динамических нагрузках; -проводить расчеты центрально сжатых стержней на устойчивость.	
--	--	--

Т а б л и ц а 2.2

Для очно-заочной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
ПК-4 Выполнение расчетов бетонных и железобетонных конструкций по предельным состояниям первой группы и выполнение текстовой и графической частей проектной или рабочей документации раздела "Конструкции железобетонные"		
ПК-4.3.2 Имеет навыки формирования конструктивной системы и расчетной схемы зданий и сооружений и их элементов, в которых применяются бетонные и железобетонные конструкции	Обучающийся <i>имеет навыки:</i> -формировать расчетные схемы зданий и сооружений и их элементов при различных видах деформаций.	Контрольные работы 1, 2 Итоговый семестровый тест №1. Перечень вопросов к экзамену
ПК-5 Выполнение расчетов бетонных и железобетонных конструкций по предельным состояниям второй группы и выполнение текстовой и графической частей проектной или рабочей документации раздела "Конструкции железобетонные"		
ПК-5.2.2 Умеет выполнять аналитические расчеты бетонных и железобетонных конструкций и подбирать	Обучающийся <i>умеет:</i> - определять грузоподъемность и подбор поперечного сечения элементов	Контрольные работы 1, 2 Итоговый семестровый тест №1. Перечень вопросов к экзамену Задачи к экзамену I, II, III, IV

сечения элементов	строительных конструкций; - определять усилия и перемещения в статически определимых стержневых системах строительных конструкций; - раскрывать статическую неопределимость статических неопределимых систем и определять усилия в стержнях методом сил; -проводить расчеты на прочность и жесткость при различных видах деформации при действии статических и динамических нагрузках; -проводить расчеты центрально сжатых стержней на устойчивость.	
-------------------	---	--

Материалы для текущего контроля

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

Перечень и содержание расчетно-графических работ (очная форма обучения)

Расчетно-графическая работа 1. Плоский изгиб стержней.

Типовая задача Р-1.1. Определение перемещений в балках при плоском поперечном изгибе методом Мора.

Статически определимая балка заданной изгибной жесткости 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 от заданной нагрузки.
3. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения, используя графоаналитические приемы вычисления интеграла Мора (прием Верещагина, формулы трапеций и Симпсона).

Типовая задача Р-1.2. Статически неопределимые балки. Расчет один раз статически неопределимой балки методом сил.

Для заданной схемы балки требуется:

1. Вычертить в масштабе схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Раскрыть статическую неопределимость задачи с помощью метода сил.
3. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
4. Определить опорные реакции.
5. Сделать деформационную и статическую проверки.
6. Подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра.

Расчетно-графическая работа 2. Сложное сопротивление.

Типовая задача Р-2.1. Косой изгиб.

Для статически определимой балки заданного типа поперечного сечения от нагрузки, действующей в плоскости, отклоненной от вертикали на угол α , требуется:

1. Вычертить в масштабе схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюру изгибающих моментов в плоскости действия сил.
3. Определить размеры поперечного сечения и вычертить сечение в масштабе.
4. Определить положение нейтральной оси.
5. В опасном сечении построить эпюру нормальных напряжений.

Типовая задача Р-2.2. Внецентренное растяжение или сжатие жёстких стержней.

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.

Расчетно-графическая работа 3. Устойчивость сжатых стержней.

Типовая задача Р-3.1. Определение несущей способности сжатых стержней.

Для заданной схемы сжатого стержня и поперечного сечения требуется:

1. Определить величину критической силы
2. Определить величину допускаемой нагрузки.
3. Найти коэффициент запаса устойчивости.

Типовая задача Р-3.2 Подбор сечения сжатых стержней.

Для заданной схемы сжатого стержня и типа поперечного сечения требуется:

1. Подобрать поперечное сечение сжатого стержня методом последовательных приближений.
2. Найти критическую силу.
3. Определить коэффициент запаса устойчивости.

Расчетно-графические работы (РГР) представлены в системе дистанционного обучения (СДО)электронной информационно-образовательной среды(ЭИОС) ПГУПС (sdo.pgups.ru) в разделе «Текущий контроль», задания для РГР - в разделе «Содержательная часть. Практические занятия».

Перечень и содержание контрольных работ (очно-заочная форма обучения)

Контрольная работа № 1.

1.1. Определение грузоподъемности внецентренно сжатых или растянутых стержней большой изгибной жесткости.

На стержень заданного поперечного сечения действует внецентренно приложенная сила.

Требуется:

1. Вычертить 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

1.2. Определение несущей способности центрально-сжатого стержня.

Для заданной схемы сжатого стержня и поперечного сечения требуется:

1. Определить величину критической силы
2. Определить величину допускаемой нагрузки.
3. Найти коэффициент запаса устойчивости.

Контрольная работа № 2.

2.1. Определение перемещений при плоском поперечном изгибе балки методом Мора.

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

Требуется:

1. Вычертить схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы от заданной нагрузки. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения, используя графоаналитические приемы вычисления интеграла Мора (прием Верещагина, формулы трапеций и Симпсона).

2.2. Метод сил. Расчет один раз статически неопределимой балки на прочность по допускаемым напряжениям.

Для заданной схемы балки требуется:

1. Вычертить схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Раскрыть статическую неопределимость задачи с помощью метода сил.
3. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
4. Определить опорные реакции.
5. Сделать деформационную и статическую проверки.
6. Подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра.

Контрольные работы представлены в системе дистанционного обучения (СДО) электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) ПГУПС (sdo.pgups.ru) в разделе «Текущий контроль».

Перечень лабораторных работ (очная и очно-заочная формы обучения)

Раздел 2. Статически неопределимые системы. Основы метода сил

Лабораторная работа 1. «Определение реакций промежуточной опоры двухпролетной неразрезной балки с консолями».

Лабораторная работа 2. «Определение опорного момента в статически неопределимой балке с защемленным и шарнирно опертыми концами».

Раздел 3. Сложное сопротивление

Лабораторная работа 3. «Исследование внецентренного растяжения стержня»

Раздел 4. Устойчивость сжатых стержней

Лабораторная работа 4. «Определение величины критической силы для сжатого стержня с шарнирно закрепленными концами»

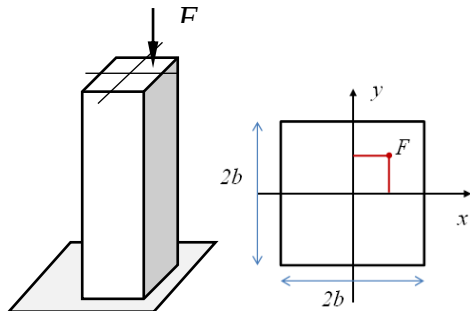
Тестовые задания (очная и очно-заочная формы обучения)

Тест по лабораторным работам Блок № 1. Сложное сопротивление.

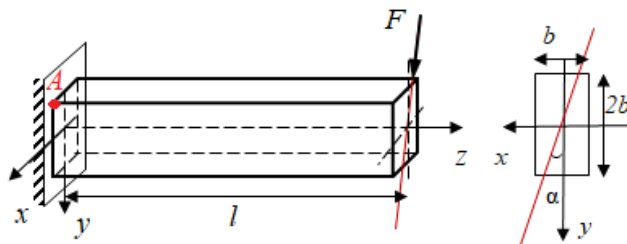
Примеры тестовых заданий:

Вопросы:	Варианты ответов
1. Продемонстрируйте умение проводить расчеты на прочность. Колонна квадратного поперечного сечения нагружена сжимающей силой F . Координаты точки приложения силы $x_F = 0,5b$, $y_F = 0,5b$. Значение максимального	Введите значение в МПа.

нормального напряжения по абсолютному значению равно ...
В расчетах принять: сторона квадрата $b = 10$ см, сила $F = 800$ кН.



2. Продемонстрируйте умение проводить расчеты на прочность.
Стержень длиной l прямоугольного сечения размерами $b \times 2b$ нагружен силой F (см. рис.), угол $\alpha = 30^\circ$. Значение напряжения в точке А по абсолютному значению равно ... $\frac{Fl}{b^3}$

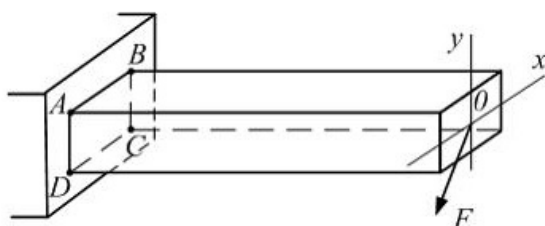


(числовые значения округлять до десятых)

3. Что такое ядро сечения?
Выберите один ответ:

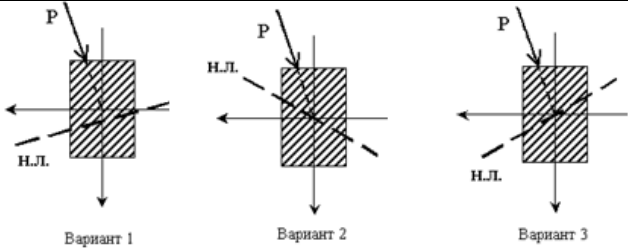
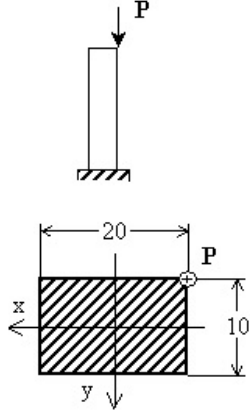
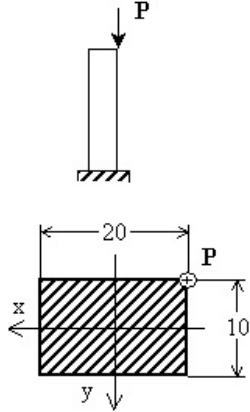
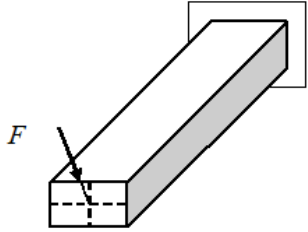
1. плоскость, в которой лежат силы
2. площадка, на которой отсутствуют касательные напряжения
3. область в поперечном сечении стержня, в которой можно прикладывать растягивающую (сжимающую) силу, не вызывая напряжений противоположного знака

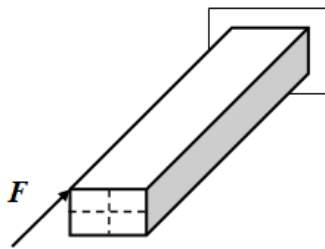
4. При данном нагружении стержня (сила F лежит в плоскости xOy) максимальное нормальное напряжение возникает в точке ...



- A
B
C
D

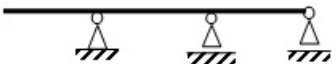
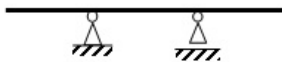
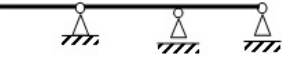
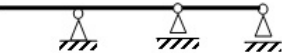
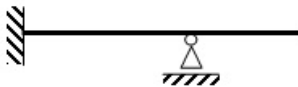
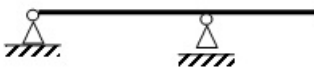
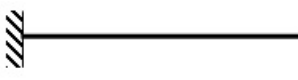
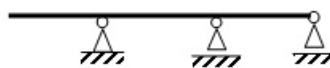
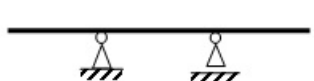
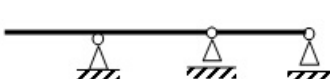
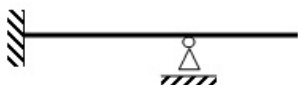
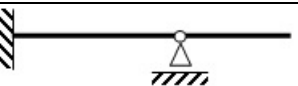
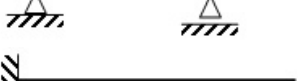
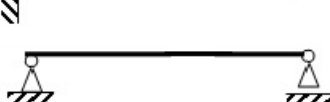
5. Нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при косом изгибе... Выберите один ответ:	1. принимает максимальное по модулю значение 2. равно нулю 3. отрицательное
6. Растягивающая сила F приложена в точке K контура сечения. Какое положение занимает нейтральная линия в этом случае?	I II III IV
7. Проверку прочности в случае изгиба с кручением необходимо проводить Выберите один ответ:	1. по нормальным напряжениям 2. по касательным напряжениям 3. по одной из гипотез прочности или пластичности
8. Продемонстрируйте умение строить нейтральную ось. На каком рисунке нейтральная ось показана верно?	a) б) в) г)
9. Укажите сечение, для которого правильно показано положение нейтральной линии при косом изгибе?	Вариант 1 Вариант 2 Вариант 3

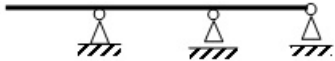
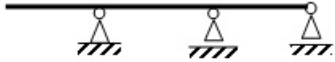
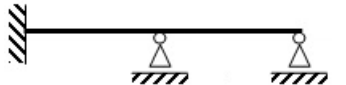
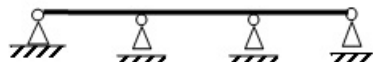
 Вариант 1 Вариант 2 Вариант 3	
10. Чему равно значение x_p для представленного стержня?  $\sigma_x = \frac{P}{A} \left(1 + \frac{x \cdot x_p}{i_y^2} + \frac{y \cdot y_p}{i_x^2} \right)$	Выберите один ответ: 10 20 -10 -5 5
11. Чему равно значение y_p для представленного стержня?  $\sigma_x = \frac{P}{A} \left(1 + \frac{x \cdot x_p}{i_y^2} + \frac{y \cdot y_p}{i_x^2} \right)$	Выберите один ответ: 10 20 -10 -5 5
12. Если при внецентренном растяжении (сжатии) нейтральная ось пересекает сечение, то Выберите один ответ:	1. сила приложена вне ядра сечения 2. сила приложена в ядре сечения
13. 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
14. Если сила параллельная оси стержня приложена в ядре сечения, то... Выберите один ответ:	1. нейтральная ось не пересекает поперечное сечение 2. нейтральная ось

		пересекает поперечное сечение 3. нейтральная ось проходит через центр тяжести поперечного сечения
15. 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

Тест по лабораторным работам Блок № 2. «Статически неопределимые системы»

Примеры тестовых заданий:

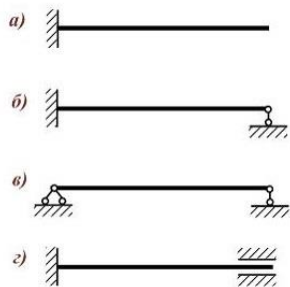
Вопросы:	Варианты ответов
1. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Укажите все верные основные системы метода сил для представленной на рисунке балки  Выберите несколько вариантов ответа.	а)  б)  в)  г) 
2. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Какие из представленных балок являются статически неопределимыми? Выберите несколько вариантов ответа.	а)  б)  в)  г)  д)  е) 
3. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Укажите все верные основные системы метода сил для представленной на рисунке балки  Выберите несколько вариантов ответа.	а)  б)  в)  г) 
4. Продемонстрируйте умение вести расчет статически	Введите ответ

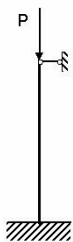
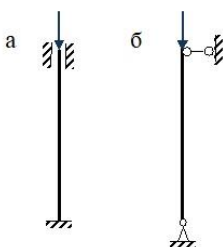
неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ... 	
5. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ... 	Введите ответ
6. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ... 	Введите ответ
7. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ... 	Введите ответ
7. Каков физический смысл канонических уравнений метода сил?	Выберите один ответ: 1.это закон сохранения энергии 2.эти уравнения совместности деформаций (перемещений) 3.это уравнения равновесия
8. Что такое X_1 в каноническом уравнении метода сил? $\delta_{11}X_1 + \Delta_{1F} = 0$	Выберите один ответ: 1. перемещение в основной системе по направлению первой отброшенной связи от действия внешних нагрузок 2. перемещение в основной системе по направлению первой отброшенной связи от действия безразмерной единичной силы 3. неизвестная реакция в первой отброшенной связи
9. Что такое δ_{11} в каноническом уравнении метода сил? $\delta_{11}X_1 + \Delta_{1F} = 0$	Выберите один ответ: 1. перемещение в основной системе по направлению первой отброшенной связи от действия внешних нагрузок 2. перемещение в основной системе по направлению первой отброшенной связи от действия безразмерной единичной силы 3. неизвестная реакция в первой отброшенной связи
10. Что такое Δ_{1F} в каноническом уравнении метода сил? $\delta_{11}X_1 + \Delta_{1F} = 0$	Выберите один ответ: 1. перемещение в основной системе по направлению первой

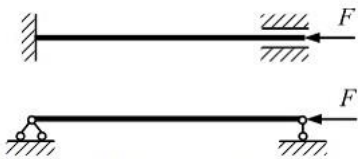
	отброшенной связи от действия внешних нагрузок 2. перемещение в основной системе по направлению первой отброшенной связи от действия безразмерной единичной силы 3. неизвестная реакция в первой отброшенной связи
11. Основной системой метода сил называют ... Выберите один ответ:	1. Статически определимую, геометрически неизменяемую систему, полученную из исходной путем отбрасывания лишних связей 2. Расчетную схему 3. Статически неопределимую, геометрически неизменяемую систему, полученную из исходной путем наложения дополнительных связей 4. Исходную балку
12. Число канонических уравнений, которое нужно составить при раскрытии статической неопределимости методом сил, равно ... Выберите один ответ:	1. количеству связей, наложенных на систему 2. степени статической неопределимости 3. числу степеней свободы 4. количеству шарнирных пор
13. Зависят ли усилия в статически неопределимых стержневых системах от материала стержней? Выберите один ответ:	1. нет 2. да
14. Зависят ли усилия в статически неопределимых стержневых системах, работающих на осевое растяжение (сжатие), от площадей поперечных сечений стержней? Выберите один ответ:	1. нет 2. да
15. Статически определимая, геометрически неизменяемая система, полученная из исходной путем отбрасывания лишних связей называется ... Выберите один ответ:	1. лишняя связь 2. исходная балка 3. расчетная схема 4. основная система 5. грузовая система

Тест по лабораторным работам Блок № 3. «Устойчивость центрально сжатых стержней»

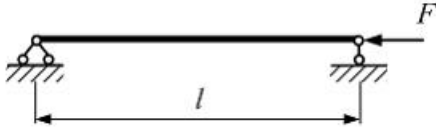
Примеры тестовых заданий:

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 критической силы
5. Как изменится гибкость стержня при замене закреплений сжатого стержня (рис. а) на шарнирные опоры (рис.б)?		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?		а) квадрат б) прямоугольник в) кольцо

 квадрат  прямоугольник $\frac{b}{h} = \frac{2}{3}$  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) $F_{кр} = A \cdot \sigma_{on}$
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) $F_{кр} = A \cdot \sigma_{on}$
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 напряжения в стержнях не превышают предел пропорциональности)		Введите ответ
15. Продемонстрируйте умение вести расчеты на устойчивость.		Введите ответ

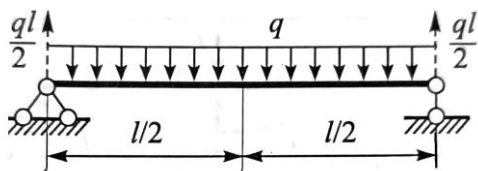
Стержень длиной l нагружен сжимающей силой F .
При увеличении длины в 2 раза значение критической силы уменьшится ... раза.



Итоговый семестровый тест № 2.

Примеры тестовых заданий:

Вопросы:	Варианты ответов
1. Продемонстрируйте умение определять перемещения в балке. Вертикальное перемещение сечения C указанной балки равно ... $\frac{H \cdot m^3}{EJ}$ Жесткость балки EJ.	Введите ответ
2. Продемонстрируйте умение определять перемещения в балке. Вертикальное перемещение сечения C указанной балки равно ... мм. $l = 3 \text{ м}, F = 10 \text{ кН}, EI = 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2$. При расчете использовать правило Верещагина.	Введите ответ
3. Продемонстрируйте умение определять углы поворота сечений балок. Угол поворота правого торца представленной балки θ по абсолютному значению равен ... $\cdot 10^{-4}$ рад. $l = 3 \text{ м}, F = 10 \text{ кН}, EI = 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2$. При расчете использовать правило Верещагина.	Введите ответ
4. Продемонстрируйте умение определять углы поворота сечений балок. Угол поворота левого торца представленной балки θ по абсолютному значению равен ... $\cdot 10^{-4}$ рад.	Введите ответ



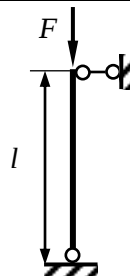
$l = 4 \text{ м}$, $q = 10 \text{ кН/м}$, $EI = 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2$.

При расчете использовать формулу Симпсона.

5. Продемонстрируйте умение вычислять критическое напряжение в центрально сжатом стержне.

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 $\pi^2 \approx 10$)

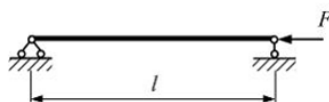


Введите ответ в МПа

6. Продемонстрируйте умение 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 $l = 2 \text{ м}$.

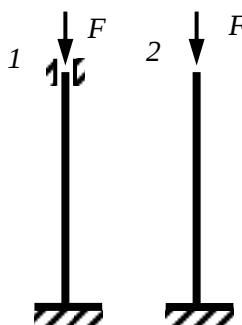
Поперечное сечение – круг

диаметром $d = 16 \text{ см}$

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

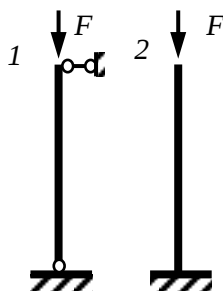
Введите ответ

7. Продемонстрируйте умение 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)

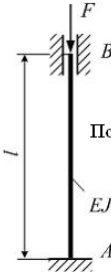
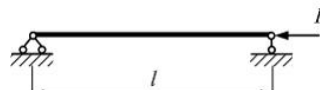
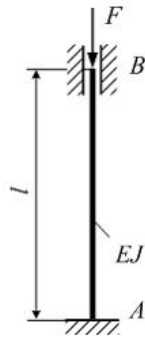


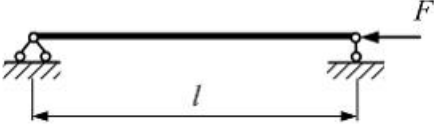
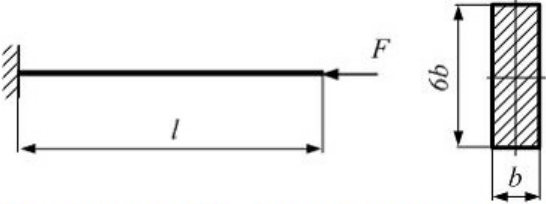
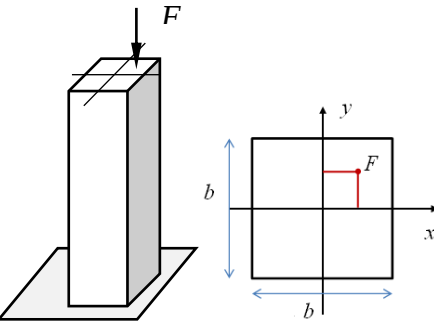
Введите ответ

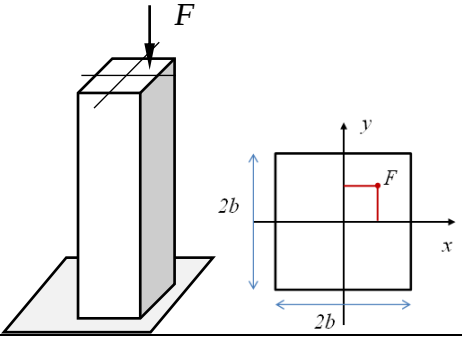
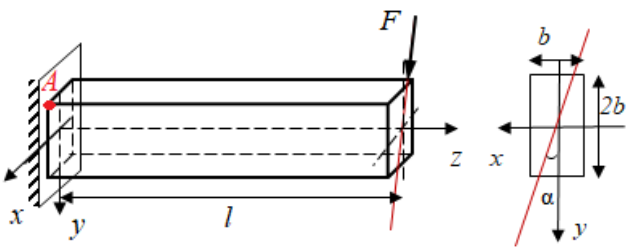
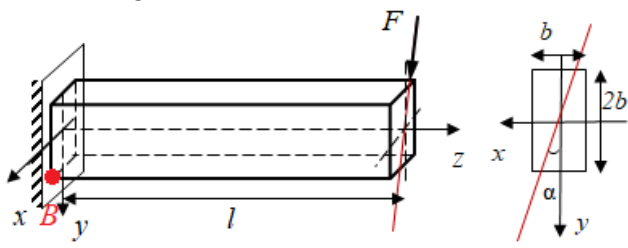
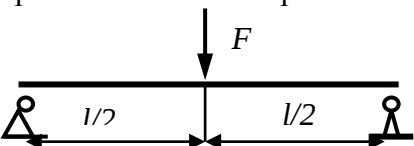
8. Продемонстрируйте умение вести расчеты на устойчивость. На рисунке показаны два варианта закрепления одинаковых стоек. Отношение значений критических напряжений $\sigma_{кр}^{(1)} / \sigma_{кр}^{(2)} = \dots$ (при решении учитывайте, что напряжение в стержнях не

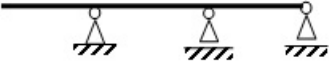
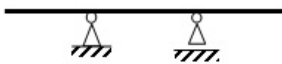
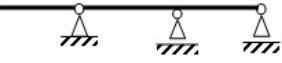
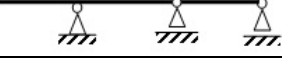
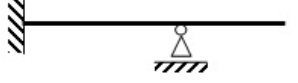
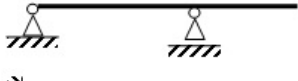
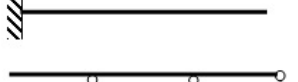
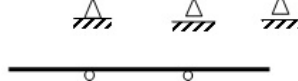
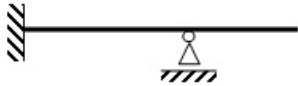
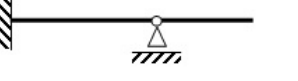
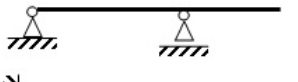
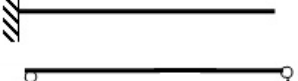


Введите ответ

превышают предел пропорциональности).																																					
9. Продемонстрируйте умение 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 <table><tr><th>λ</th><th>φ</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>10</td><td>0,99</td></tr><tr><td>20</td><td>0,96</td></tr><tr><td>30</td><td>0,94</td></tr><tr><td>40</td><td>0,92</td></tr><tr><td>50</td><td>0,89</td></tr><tr><td>60</td><td>0,86</td></tr><tr><td>70</td><td>0,81</td></tr><tr><td>80</td><td>0,75</td></tr><tr><td>90</td><td>0,69</td></tr><tr><td>100</td><td>0,60</td></tr><tr><td>110</td><td>0,52</td></tr><tr><td>120</td><td>0,45</td></tr><tr><td>130</td><td>0,40</td></tr><tr><td>140</td><td>0,36</td></tr><tr><td>150</td><td>0,32</td></tr></table>  Длина стержня $l = 2 \text{ м}$. Поперечное сечение – круг с диаметром $d = 4 \text{ см}$ Допускаемое напряжение на сжатие $[\sigma]_c = 200 \text{ МПа}$.			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	Введите ответ
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																																				
10. Продемонстрируйте умение 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 <table><tr><th>λ</th><th>φ</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>10</td><td>0,99</td></tr><tr><td>20</td><td>0,96</td></tr><tr><td>30</td><td>0,94</td></tr><tr><td>40</td><td>0,92</td></tr><tr><td>50</td><td>0,89</td></tr><tr><td>60</td><td>0,86</td></tr><tr><td>70</td><td>0,81</td></tr><tr><td>80</td><td>0,75</td></tr><tr><td>90</td><td>0,69</td></tr><tr><td>100</td><td>0,60</td></tr><tr><td>110</td><td>0,52</td></tr><tr><td>120</td><td>0,45</td></tr><tr><td>130</td><td>0,40</td></tr><tr><td>140</td><td>0,36</td></tr><tr><td>150</td><td>0,32</td></tr></table>  Длина стержня $l = 1,8 \text{ м}$ Поперечное сечение – круг диаметром $d = 6 \text{ см}$ Допускаемое напряжение на сжатие $[\sigma]_c = 200 \text{ МПа}$.			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	Введите ответ
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																																				
11. 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																																		
12. Продемонстрируйте умение вести расчеты на устойчивость. Стержень длиной l нагружен сжимающей силой F. При увеличении длины в 2 раза значение критической силы			Введите ответ																																		

уменьшится ... раза. 	
13. Продемонстрируйте умение рассчитывать критическую силу. Стержень длиной $l = 1$ м на одном конце жестко зашечен, 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
14. Продемонстрируйте умение проводить расчеты на прочность. Колонна квадратного поперечного сечения загружена сжимающей силой F. Координаты точки приложения силы $x_F = 0,25b$, $y_F = 0,25b$. Значение максимального нормального напряжения по абсолютному значению равно ... В расчетах принять: сторона квадрата $b = 10$ см, сила $F = 100$ кН. 	Введите значение в МПа.
15. Продемонстрируйте умение проводить расчеты на прочность. Колонна квадратного поперечного сечения загружена сжимающей силой F. Координаты точки приложения силы $x_F = 0,5b$, $y_F = 0,5b$. Значение максимального нормального напряжения по абсолютному значению равно ... В расчетах принять: сторона квадрата $b = 10$ см, сила $F = 800$ кН.	Введите значение в МПа.

	
16. Продемонстрируйте умение проводить расчеты на прочность. Стержень длиной l прямоугольного сечения размерами $b \times 2b$ нагружен силой F (см. рис.), угол $\alpha = 30^\circ$. Значение напряжения в точке А по абсолютному значению равно ... $\frac{Fl}{b^3}$  (числовые значения округлять до десятых)	Введите ответ
17. Продемонстрируйте умение проводить расчеты на прочность. Стержень длиной l прямоугольного сечения размерами $b \times 2b$ нагружен силой F (см. рис.), угол $\alpha = 30^\circ$. Значение напряжения в точке А по абсолютному значению равно ... $\frac{Fl}{b^3}$  (числовые значения округлять до десятых)	Введите ответ
18. Продемонстрируйте умение вести расчет стержневых систем на действие динамических нагрузок. Прогиб в середине пролета балки от статически приложенной силы F равен δ. Прогиб в этом же сечении при мгновенном приложении силы F равен ... 	Введите ответ

19. Продемонстрируйте умение вести расчет стержневых систем на действие динамических нагрузок. Груз падает с высоты h. Динамическое напряжение в конструкции при увеличении высоты падения груза в 4 раза ... (При определении динамического коэффициента системы используйте приближенную формулу $k_d = \sqrt{\frac{2h}{\delta_{ст}}}$)	Напишите ответ
20. Продемонстрируйте умение вести расчет стержневых систем на действие динамических нагрузок. Груз падает с высоты h. Динамическое напряжение в конструкции при уменьшении высоты падения груза в 4 раза ... (При определении динамического коэффициента системы используйте приближенную формулу $k_d = \sqrt{\frac{2h}{\delta_{ст}}}$)	Напишите ответ
21. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Укажите все верные основные системы метода сил для представленной на рисунке балки  Выберите несколько вариантов ответа.	а)  б)  в)  г) 
22. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Какие из представленных балок являются статически неопределимыми? Выберите несколько вариантов ответа.	а)  б)  в)  г)  д)  е) 
23. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Укажите все верные основные системы метода сил для представленной на рисунке балки  Выберите несколько вариантов ответа.	а)  б)  в)  г) 
24. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...	Введите ответ

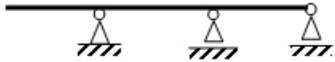
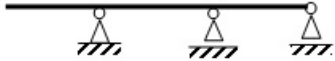
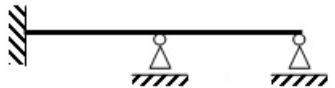
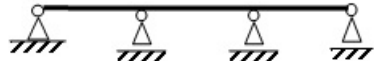
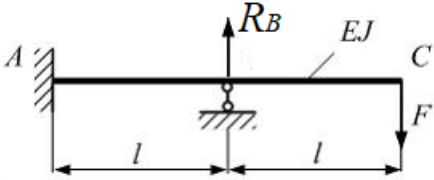
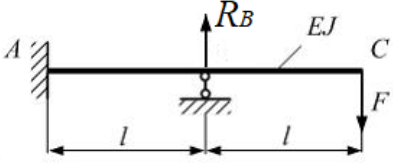
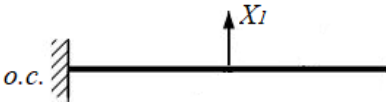
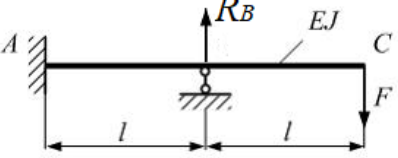
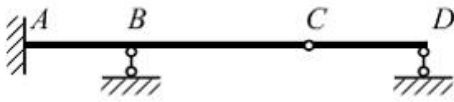
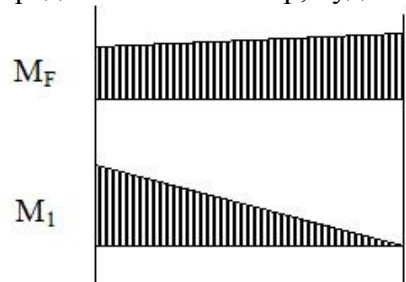
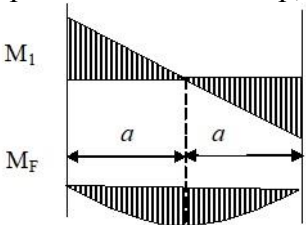
	
25. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ... 	Введите ответ
26. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ... 	Введите ответ
27. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ... 	Введите ответ
28. Продемонстрируйте умение 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 $\delta_{11} = \dots \frac{l^3}{EI_x}$ $\delta_{11}X_1 + \Delta_{1F} = 0$  рис. а)  рис. б)	Введите ответ
29. Продемонстрируйте умение 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 $\Delta_{1F} = \dots \frac{Fl^3}{EI_x}$ $\delta_{11}X_1 + \Delta_{1F} = 0$	Введите ответ

рис. а)  рис. б) 	
30. Продемонстрируйте умение раскрывать статическую неопределенность. Если $l = 1\text{ м}$, $F = 10\text{ кН}$, опорная реакция R_B в представленной балке равна ... кН. 	Введите ответ
31.  Степень статической неопределенности плоской балки равна ...	Введите ответ
32. Перемещение, полученное «перемножением» представленных эпюр, будет ... 	а) положительным б) отрицательным в) нулевым
33. При перемножении каких эпюр можно применять формулу трапеции? Выберите один ответ:	1.только если обе перемножаемые эпюры линейные 2.если хотя бы одна из перемножаемых эпюр линейна 3.для эпюр любого вида
34. Предел выносливости –это ... Выберите один ответ:	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
35. Если коэффициент асимметрии цикла равен - 1, то цикл называется ... Выберите один ответ:	1.симметричным 2.отнулевым 3. асимметричным
36. По какой формуле вычисляется динамический	1)

коэффициент при ударе? 1) $k_D = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_{ст}}}$ 2) $k_D = 1 + \frac{a}{g}$ 3) $k_D = 2$	2) 3)
37.Какое состояние считается опасным при расчете по методу допускаемых напряжений? Выберите один ответ:	1.Когда система становится геометрически изменяемой - превращается в механизм. 2.Когда хотя бы в одной точке напряжение достигает опасного значения.
38. Какое состояние считается предельным при расчете по методу предельных (разрушающих) нагрузок? Выберите один ответ:	1.Когда система становится геометрически изменяемой - превращается в механизм. 2.Когда хотя бы в одной точке напряжение достигает опасного значения.
39.Какие силы называются динамическими? Выберите один ответ:	а) Силы, не изменяющиеся со временем или меняющиеся настолько медленно, что вызываемые ими ускорения и силы инерции пренебрежимо малы б) Силы, изменяющие свое значение или направление в короткие промежутки времени, вызывая большие ускорения
40.Перемещение, полученное «перемножением» представленных эпюр, будет ... 	а) положительным б) отрицательным в) нулевым

Итоговый семестровый тест № 1.

Итоговый семестровый тест содержит одну экзаменационную задачу III и теоретические вопросы.

Пример теоретических вопросов :

Вопрос №1

Как перемещаются точки оси стержня при косом изгибе?

- 1) В плоскости нагружения
- 2) Перпендикулярно нейтральной линии
- 3) В плоскости, включающей в себя нейтральную линию
- 4) Перпендикулярно плоскости нагружения

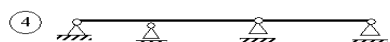
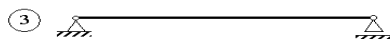
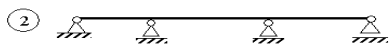
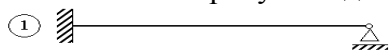
Вопрос №2

В каких точках поперечного сечения при косом изгибе действуют наибольшие по модулю нормальные напряжения?

- 1) в точках, принадлежащих нейтральной линии
- 2) в точках, наиболее удаленных от нейтральной линии
- 3) в точках, наиболее удаленных от плоскости нагружения
- 4) в точках, принадлежащих плоскости нагружения

Вопрос №3

Какие балки на рисунке один раз статически неопределимые?



- 1) №1
- 2) №2
- 3) №3
- 4) №4

Вопрос №4

В чем состоит физический смысл канонического уравнения метода сил?

- 1) Уравнение равновесия
- 2) Условие совместности перемещений
- 3) Уравнение нейтральной линии

Вопрос №5

Какими из перечисленных характеристик материала определяется предельная гибкость стержня?

- 1) Предел прочности
- 2) Предел пропорциональности
- 3) Предел текучести
- 4) Модуль Юнга
- 5) Коэффициент Пуассона

Вопрос №6

Для центрально сжатых стержней какой гибкости целесообразно использовать высокопрочные материалы?

- 1) Для стержней малой гибкости
- 2) Для стержней большой гибкости

В полном объеме база тестовых вопросов размещена в электронной информационно-образовательной среде ПГУПС (sdo.pgups.ru) для очной и заочной форм обучения в разделах «Текущий контроль».

Материалы для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к экзамену для очной/очно-заочной формы обучения

Вопросы	Индикаторы
---------	------------

	достижения компетенций
1. Какие компоненты полного перемещения (в направлении координатных осей) рассматривают при плоском изгибе?	ПК-4.3.2
2. Что такое прогиб, угол поворота сечения при плоском изгибе (пояснить рисунком) и какова связь между ними?	ПК-4.3.2
3. С какой целью определяют прогибы балки, правило знаков для прогибов и углов поворота сечения балки?	ПК-4.3.2
4. Какая величина называется жесткостью поперечного сечения балки при изгибе? Какова её размерность?	ПК-4.3.2
5. Запишите условие жесткости при изгибе, назовите используемые величины и их размерность.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
6. Запишите приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки (указать выбор системы координат), назовите используемые величины и их размерность.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
7. Почему дифференциальное уравнение изогнутой оси балки называется приближенным?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
8. Какие основные допущения и гипотезы сопротивления материалов использованы при выводе приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
9. Укажите пределы применимости приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
10. Сколько постоянных интегрирования надо определять, при интегрировании приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки, если балка имеет n грузовых участков?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
11. Сформулируйте правила, используемые при составлении универсального уравнения изогнутой оси балки.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
12. Из каких условий определяются постоянные интегрирования приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки? Приведите примеры таких условий.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
13. Как записываются граничные условия для шарнирной опоры при интегрировании приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки?	ПК-4.3.2
14. Как записываются граничные условия для жесткой заделки при интегрировании приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки?	ПК-4.3.2
15. Каков геометрический смысл параметров v_0 , θ_0 в универсальном уравнении изогнутой оси балки (методе начальных параметров) и как их определяют?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
16. При каком условии целесообразно применять метод непосредственного интегрирования?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
17. Каким преимуществом обладает метод начальных параметров по сравнению с методом непосредственного интегрирования?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
18. Что такое обобщенная сила?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
19. Что такое обобщенное перемещение?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
20. Какие предположения были использованы при выводе	ПК-4.3.2

формулы Клайперона?	ПК-5.2.2
21. Приведите 3 примера обобщенных сил и соответствующих им обобщенных перемещений.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
22. Сформулируйте теорему Клапейрона.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
23. Почему в теореме Клапейрона появляется множитель 0,5? Ответ проиллюстрируйте.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
24. Как определяется потенциальная энергия упругой деформации стержня при осевой деформации, назовите величины, входящие в формулу, и их размерность?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
25. Как определяется потенциальная энергия упругой деформации стержня при кручении, назовите величины, входящие в формулу, и их размерность?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
26. Как определяется потенциальная энергия упругой деформации стержня при плоском изгибе, назовите величины, входящие в формулу, и их размерность?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
27. Запишите выражение для потенциальной энергии упругой деформации произвольно нагруженного стержня?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
28. Запишите интеграл Мора в общем виде. Поясните смысл входящих в него величин.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
29. Как определить поворот заданного сечения балки при плоском изгибе методом Мора? Перечислите последовательность действий.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
30. Как определить величину прогиба в заданном сечении при плоском поперечном изгибе методом Мора? Перечислите последовательность действий.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
31. Как определяется направление перемещения по результатам вычисления интеграла Мора?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
32. Перечислите приемы (способы) вычисления интеграла Мора. Запишите соответствующие формулы.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
33. Почему при определении перемещений при плоском изгибе по методу Мора слагаемым, содержащим поперечную силу, обычно пренебрегают? (Пояснить).	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
34. Какие системы называются статически неопределимыми? Что такое степень статической неопределимости?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
35. Какие преимущества имеют статически неопределимые системы по сравнению со статически определимыми?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
36. Какие системы называются геометрически изменяемыми. Приведите пример.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
37. Что такое "лишние связи"? С какой точки зрения они лишние?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
38. Что понимают под основной системой?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
39. Приведите 3 примера возможных основных систем для двухпролётной неразрезной балки.	ПК-4.3.2
40. Приведите 3 примера возможных основных систем для балки с одним жёстко заделанным концом и дополнительной шарнирно-подвижной опорой.	ПК-4.3.2
41. Каков физический смысл канонических уравнений метода сил?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2

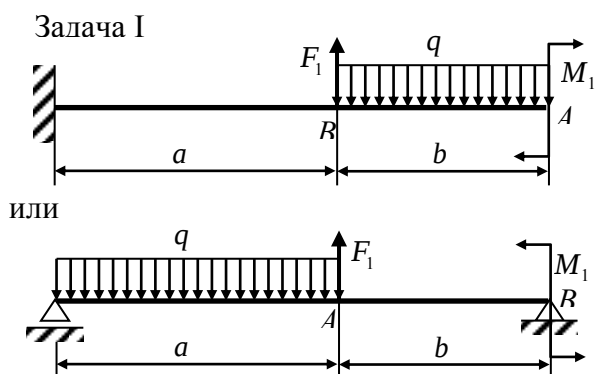
42. Что представляют собой коэффициенты канонических уравнений метода сил и как они определяются?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
43. Что означает ноль в правой части канонического уравнения метода сил?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
44. Как проверить правильность расчета статически неопределимой системы?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
45. В чем заключается статическая проверка?	ПК-5.2.2
46. В чем заключается кинематическая (деформационная) проверка?	ПК-5.2.2
47. Что характерно для эпюр изгибающих моментов статически неопределимых балок?	ПК-5.2.2
48. Что называется сложным сопротивлением (сложной деформацией)?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
49. Перечислите наиболее распространенные виды сложного сопротивления	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
50. Какой изгиб называется пространственным (сложным). Укажите признаки пространственного изгиба?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
51. Как вычисляются напряжения при пространственном изгибе?	ПК-5.2.2
52. Что такое нейтральная (нулевая) линия?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
53. Запишите условие прочности при пространственном изгибе стержня с сечением произвольной формы?	ПК-5.2.2
54. Как можно записать условие прочности при пространственном изгибе стержня прямоугольного поперечного сечения (частный случай)?	ПК-5.2.2
55. При каких условиях стержень испытывает деформацию косой изгиб?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
56. Запишите выражение для нормальных напряжений при косом изгибе?	ПК-5.2.2
57. Как определяется положение нейтральной линии при косом изгибе? Ответ проиллюстрируйте.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
58. Каково взаимное расположение силовой (линии нагружения) и нейтральной линий при косом изгибе? Ответ проиллюстрируйте.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
59. Чему равно нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при косом изгибе и почему?	ПК-5.2.2
60. В каких точках поперечного сечения нормальные напряжения при косом изгибе достигают максимальных значений?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
61. Запишите условие прочности при косом изгибе для сечения произвольной формы?	ПК-5.2.2
62. Запишите условие прочности при косом изгибе для балок прямоугольного сечения (частный случай)?	ПК-5.2.2
63. Как перемещаются точки балки при косом изгибе?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
64. Перечислите параметры, характеризующие внецентренное растяжение (сжатие). Ответ проиллюстрируйте.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
65. Запишите выражение для нормальных напряжений при внецентренном действии нагрузок.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2

66. Запишите уравнение нейтральной линии при внецентренном растяжении (сжатии)?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
67. Дайте определение, что такое "ядро сечения"? Для чего надо знать положение ядра сечения?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
68. Как проходит нейтральная линия, если продольная сила приложена в ядре сечения?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
69. Как проходит нейтральная линия, если продольная сила приложена за пределами ядра сечения?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
70. Какие точки поперечного сечения являются опасными при внецентренном растяжении (сжатии)?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
71. Запишите условие прочности при внецентренном действии нагрузок для материалов, одинаково работающих при растяжении и сжатии?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
72. Запишите условие прочности при внецентренном действии нагрузок для материалов, по-разному работающих при растяжении и сжатии?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
73. Какая форма равновесия называется устойчивой?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
74. Какая форма равновесия называется неустойчивой?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
75. Какая форма равновесия называется безразличной?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
76. Когда конструкция считается устойчивой?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
77. Что такое критическая сила?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
78. Как определяется критическая сила, если возникающие напряжения не превосходят предела пропорциональности?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
79. Укажите пределы применимости формулы Эйлера для определения критической силы.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
80. Что такое "приведенная длина стержня"?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
81. От чего зависит коэффициент приведения длины?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
82. Покажите формы потери устойчивости, если коэффициенты приведения длины равны 2; 1; 0,7 и 0,5.	ПК-4.3.2
83. Покажите условия закрепления сжатого стержня, если коэффициенты приведения длины равны 2; 1; 0,7 и 0,5.	ПК-4.3.2
84. Что такое гибкость стержня? Назовите величины, входящие в формулу, и их размерность.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
85. Какие параметры материала влияют на величину предельной гибкости?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
86. Чему равны критические напряжения, если гибкость стержня равна предельной?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
87. Покажите график зависимости гибкости стержня от критических напряжений?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
88. Запишите выражение для определения критической силы стержней большой гибкости.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
89. Запишите выражение для определения критических напряжений стержней средней гибкости.	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2

90. Как определяется критическое напряжение для стержней малой гибкости?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
91. Как записывается условие устойчивости сжатого стержня и какие задачи оно позволяет решать?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
92. Как определяется допускаемое напряжение на устойчивость?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
93. В каких пределах находится величина коэффициента понижения основного допускаемого напряжения φ , от чего этот коэффициент зависит?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
94. Какие поперечные сечения считаются наиболее рациональными для центрально сжатых стержней?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
95. Какие нагрузки считаются статическими?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
96. Какие нагрузки считаются динамическими?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
97. В чем суть принципа Даламбера?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
98. Что такое "динамический коэффициент"?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
99. Как вычисляется динамический коэффициент при подъеме груза с ускорением?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
100. Какие Вам известны разновидности удара?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
101. Какие допущения принимаются при решении задач на ударные нагрузки?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
102. Как вычисляется динамический коэффициент при продольном ударе, если известна высота с которой падает груз?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
103. Как вычисляется динамический коэффициент при продольном ударе, если известна скорость груза в момент удара?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2
104. Каково значение динамического коэффициента при внезапном приложении нагрузки?	ПК-4.3.2 ПК-5.2.2

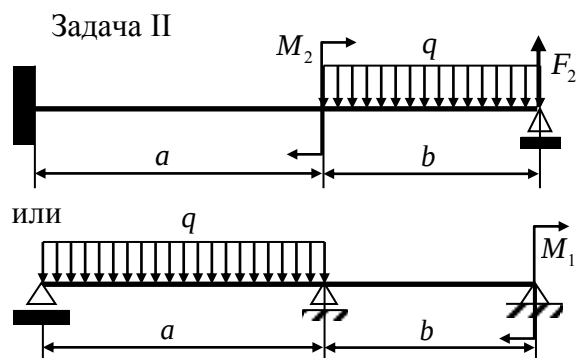
Перечень вопросов к экзамену представлен в системе дистанционного обучения (СДО)электронной информационно-образовательной среды(ЭИОС) ПГУПС (sdo.pgups.ru) в разделе «Промежуточная аттестация».

Задачи к экзамену



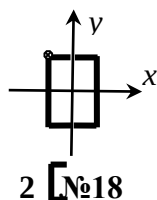
Для консольной балки или балки на двух опорах:

1. Построить эпюры поперечных сил Q_y и изгибающих моментов M_x .
2. Подобрать сечение в виде двутавра.
3. Определить прогиб сечения А и поворот сечения В с помощью метода Мора.



1. Раскрыть статическую неопределимость балки методом сил.
2. Построить эпюры M_x и Q_y .
3. Подобрать сечение балки в виде двутавра, если $[\sigma]=160$ МПа.

Задача III



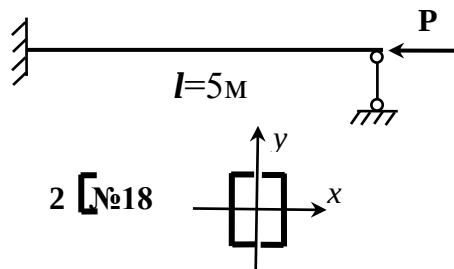
На стержень заданного поперечного сечения в точке А действует сжимающая сила F.

Требуется :

1. Вычертить в масштабе сечение стержня, показав положение главных центральных осей.
2. Определить положение нейтральной линии и показать её на схеме сечения.
3. Построить эпюру нормальных напряжений σ_z и отметить положение опасных точек сечения.
4. Определить величину допускаемой нагрузки, приняв $[\sigma]=160$ МПа.

Данные взять по указанию преподавателя.

Задача IV



Для заданной схемы нагружения стержня и формы поперечного сечения:

1. Определить коэффициент приведенной длины и показать деформированный вид после потери устойчивости.
2. Определить величину критической силы.
3. Вычислить величину допускаемой нагрузки на устойчивость.
4. Определить величину коэффициента запаса по устойчивости.

Состав экзаменационного билета

Для **очной** формы обучения

- 1) Две экзаменационные задачи: задачи.
- 2) 15 вопросов из перечня вопросов к экзамену.

Для **очно-заочной** формы обучения

- 1) Экзаменационная задача II
- 2) 5 вопросов из перечня вопросов к экзамену.

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 таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1

Для очной формы обучения

№ п/п	Материалы необходимые для оценки знаний, умений и навыков	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Расчетно-графическая работа 1 (Типовые задачи Р-1.1, Р-1.2) Расчетно-графическая работа 2 (Типовые задачи Р-2.1, Р-2.2) Расчетно-графическая работа 3 (Типовые задачи Р-3.1, Р-3.2)	Выполнение РГР	Все работы выполнены верно	50
2	Тесты по лабораторным работам	Прохождение компьютерного тестирования	Все тесты пройдены	
Итого количество баллов				50
3	Итоговый семестровый тест № 1	Правильность ответа на вопрос (10 вопросов в тесте)	Получен правильный ответ на вопрос	2
			Получен неполный ответ на вопрос	0,1-0,9
			Получен неправильный ответ на вопрос или ответа нет	0
	Итого максимальное количество баллов за итоговый семестровый тест № 1			
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Таблица 3.2

Для очно-заочной формы обучения

№ п/п	Материалы необходимые для оценки знаний, умений и навыков	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Контрольные работы 1, 2	Выполнение задач из контрольных работ	Все задачи решены правильно	50
Итого количество баллов				50

2	Итоговый семестровый тест № 1	Правильность ответа на вопрос (10 вопросов в тесте)	Получен правильный ответ на вопрос	2
			Получен неполный ответ на вопрос	0,1-0,9
			Получен неправильный ответ на вопрос или ответа нет	0
	Итого максимальное количество баллов за итоговый семестровый тест № 1			20
	ИТОГО максимальное количество баллов			70

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов достижения компетенций

Процедура оценивания индикаторов достижения компетенций представлена в таблицах 4.1, 4.2

Формирование рейтинговой оценки по дисциплине

Таблица 4.1

Для очной формы обучения

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценивания	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль*	Расчетно-графическая работа 1 (Типовые задачи Р-1.1, Р-1.2); Расчетно-графическая работа 2 (Типовые задачи Р-2.1, Р-2.2); Расчетно-графическая работа 3 (Типовые задачи Р-3.1, Р-3.2)	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к экзамену ≥ 50 баллов
	Тесты по лабораторным работам		
	Итоговый семестровый тест № 1.		
2. Промежуточная аттестация*	Перечень вопросов к экзамену, экзаменационные задачи	30	— 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...19 баллов; — не получены ответы на

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценивания	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
			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» - менее 59 баллов (вкл.)		

*Обучающиеся по согласованию с преподавателем имеют возможность пройти тестовые задания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в Центре тестирования университета.

Процедура проведения экзамена осуществляется в форме письменных ответов на вопросы экзаменационного билета и решения экзаменационной задачи. Билет на экзамен содержит 15 вопросов из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2 и одну экзаменационную задачу.

Таблица 4.2

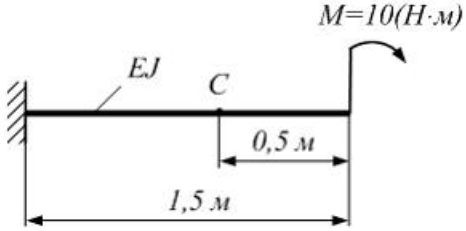
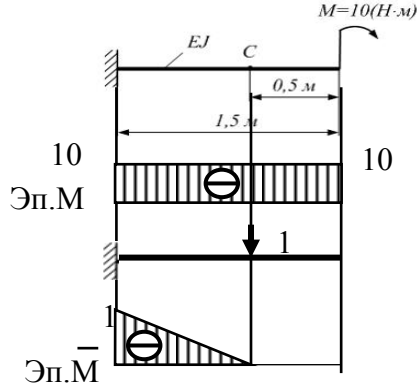
Для очно-заочной формы обучения

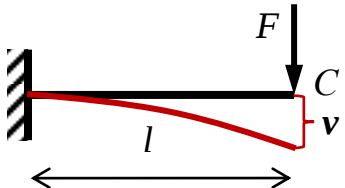
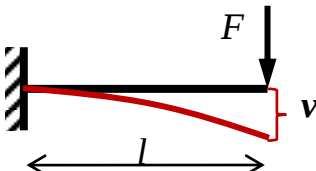
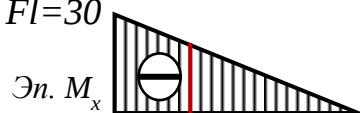
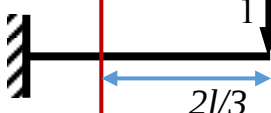
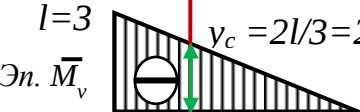
Вид контроля	Материалы, необходимые для оценивания	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль*	Контрольные работы 1, 2.	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.2 Допуск к экзамену ≥ 50 баллов
	Итоговый семестровый тест № 1.		
2. Промежуточная аттестация*	Перечень вопросов к экзамену, экзаменационные задачи	30	– 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...19 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» - менее 59 баллов (вкл.)		

*Обучающиеся по согласованию с преподавателем имеют возможность пройти тестовые задания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в Центре тестирования университета.

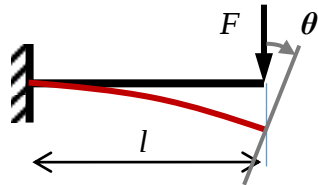
Процедура проведения экзамена осуществляется в форме письменных ответов на вопросы экзаменационного билета и решения экзаменационной задачи. Билет на экзамен содержит 5 вопросов из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2 и одну экзаменационную задачу.

Т а б л и ц а 5.1

Индикатор достижения компетенции Знает - 1; Умеет- 2; Опыт деятельности - 3 (владеет/ имеет навыки)	Содержание задания	Варианты ответа на вопросы тестовых заданий (для заданий закрытого типа)	Эталон ответа
ПК-4 Выполнение расчетов бетонных и железобетонных конструкций по предельным состояниям первой группы и выполнение текстовой и графической частей проектной или рабочей документации раздела "Конструкции железобетонные"			
ПК-4.3.2 Имеет навыки формирования конструктивной системы и расчетной схемы зданий и сооружений и их элементов, в которых применяются бетонные и железобетонные конструкции	1. Продемонстрируйте умение определять перемещения в балке. Вертикальное перемещение сечения C указанной балки равно ... $\frac{H \cdot m^3}{EJ}$  Жесткость балки EJ. Введите ответ		$\frac{5 H \cdot m^3}{EJ}$  $v_c = (M \times \bar{M}) = \frac{5 H \cdot m^3}{EJ}$ $(M \times \bar{M})$ можно посчитать по одной из трех формул, любой из этих расчетов оценивается как верный $(M \times \bar{M}) = \frac{10 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot H \cdot m^3}{EJ}$ Или

			$(M \times \bar{M}) = \frac{1_M}{6EJ} (10H_M \cdot 1_M + 4 \cdot 10H_M \cdot 0,5_M)$ Или $(M \times \bar{M}) = \frac{1_M}{6EJ} (2 \cdot 10H_M \cdot 1_M + 10H_M \cdot 1_M)$
	2. Продемонстрируйте умение определять перемещения в балке. Вертикальное перемещение сечения C указанной балки равно ... мм.  $l = 3 \text{ м}, F = 10 \text{ кН}, EI = 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2$. При расчете использовать правило Верещагина.		4,5 мм  $F l = 30$  $\text{Эп. } M_x$  $2l/3$  $\text{Эп. } \bar{M}_v$ $l=3$ $y_c = 2l/3 = 2$ $v = \int_0^l \frac{M \bar{M}}{EI} dz = \frac{\Omega \cdot y_c}{EI}$ $\Omega = -\frac{1}{2} F l \cdot l \quad y_c = -\frac{2}{3} l$ $v = \left(-\frac{1}{2} F l \cdot l \right) \cdot \left(-\frac{2}{3} l \right) \cdot \frac{1}{EI} =$ $= \frac{F l^3}{3EI} = \frac{10 \text{ кН} \cdot 3^3 \text{ м}^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2} = 4,5 \text{ мм}$

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

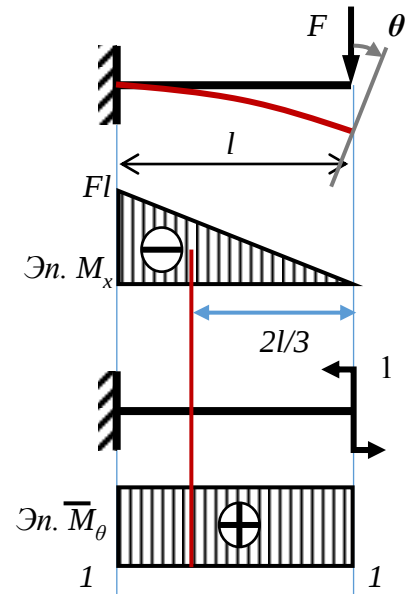


$l = 3 \text{ м}, F = 10 \text{ кН}, EI = 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2$.

При расчете использовать правило Верещагина.

4. Продемонстрируйте умение определять углы поворота сечений балок.
Угол поворота левого торца представленной балки

$22,5 \cdot 10^{-4}$ рад



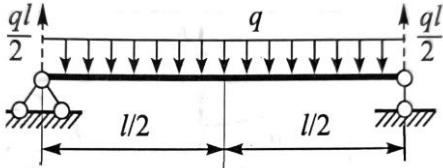
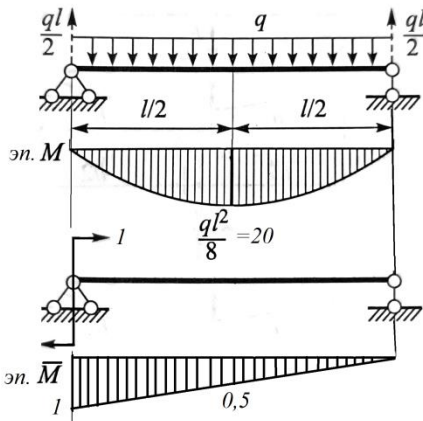
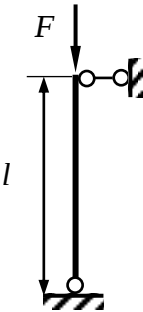
$$v = \int_0^l \frac{M \bar{M}}{EI} dz = \frac{\Omega \cdot y_c}{EI}$$

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

$$\theta = \left| -\frac{1}{2} Fl \cdot l \right| \cdot 1 \cdot \frac{1}{EI} = \frac{Fl^2}{2EI}$$

$$= \frac{10 \text{ кН} \cdot 3^2 \text{ м}^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^4 \text{ кНм}^2} = 22,5 \cdot 10^{-4} \text{ рад}$$

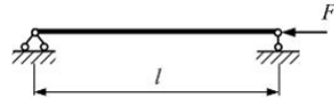
$20 \cdot 10^{-4}$ рад

	θ по абсолютному значению равен $\dots \cdot 10^{-4}$ рад.  $l = 4\text{ м}, q = 10\text{ кН/м}, EI = 2 \cdot 10^4\text{ кНм}^2$. При расчете использовать формулу Симпсона.		 $v = \frac{1}{2 \cdot 10^4} (4 \cdot 20 \cdot 0,5) = 20 \cdot 10^{-4} \text{ рад}$
	5. Продемонстрируйте умение вычислять критическое напряжение в центрально сжатом стержне. 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 $\pi^2 \approx 10$) 		50 МПа $\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{1 \cdot 200\text{ см}}{1\text{ см}} = 200$ $\mu = 1, i_{\min} = d/4 = 1\text{ см}$ $\lambda > 100 = \lambda_{\text{пр}} \Rightarrow$ критическое напряжение нужно вычислять по формуле Эйлера. $\sigma_{\text{кр}} = \frac{F_{\text{кр}}}{A} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} =$ $= \frac{10 \cdot 2 \cdot 10^5}{200^2} = 50\text{ МПа}$
	6. Продемонстрируйте умение вести расчеты на устойчивость. Элемент ферменной конструкции представляет собой стержень круглого сечения		$\mu = 1, i_{\min} = d/4 = 4\text{ см}$

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
диаметром $d = 16 \text{ см}$

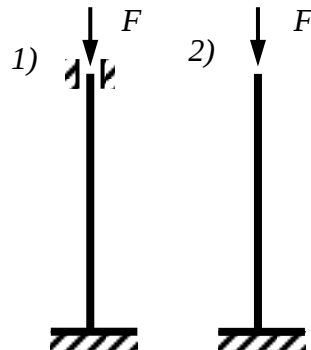
Допускаемое напряжение на сжатие $[\sigma]_c = 200 \text{ МПа}$.

$$\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{1 \cdot 200 \text{ см}}{4 \text{ см}} = 50$$

$$\varphi = 0,89$$

$$[\sigma]_y = [\sigma]_c \cdot \varphi = 200 \cdot 0,89 = 178 \text{ МПа}$$

7. Продемонстрируйте умение 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)



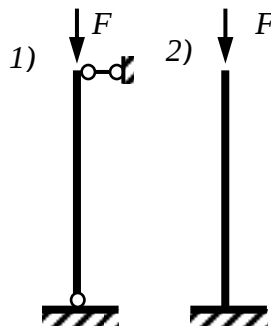
16

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

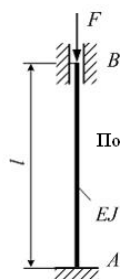
$$\lambda_1 = \frac{0,5l}{i_{\min}}$$

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

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

	8. Продемонстрируйте умение 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 умение 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 $\mu = 0,5, i_{min} = d/4 = 1 \text{ см}$ $\lambda = \frac{\mu l}{i_{min}} = \frac{0,5 \cdot 200 \text{ см}}{1 \text{ см}} = 100$ $\varphi = 0,6$ $[\sigma]_y = [\sigma]_c \cdot \varphi = 200 \cdot 0,6 = 120 \text{ МПа}$

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 $l = 2 \text{ м}$.

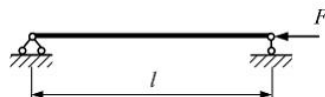
Поперечное сечение – круг с диаметром $d = 4 \text{ см}$

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

10. Продемонстрируйте умение 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 $l = 1,8 \text{ м}$

Поперечное сечение – круг
диаметром $d = 6 \text{ см}$

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

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

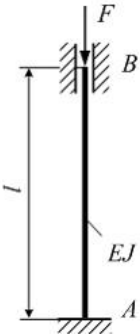
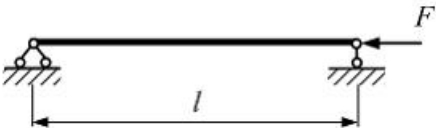
$$\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{1 \cdot 180 \text{ см}}{1,5 \text{ см}} = 120$$

$$\varphi = 0,45$$

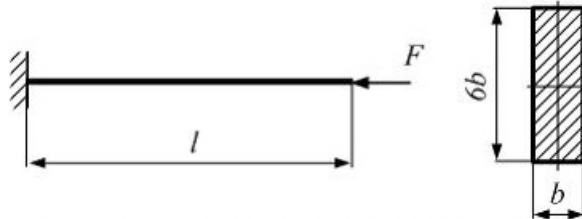
$$[\sigma]_y = [\sigma]_c \cdot \varphi = 200 \cdot 0,45 = 90 \text{ МПа}$$

11. Продемонстрируйте умение вести расчеты на устойчивость. Во сколько раз уменьшится

Уменьшится в 16 раз.

	критическая сила, если у стойки удалить опору В.  (при решении учитывайте, что напряжение в стержнях не превышают предел пропорциональности)		$F_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2}$ $F_{кр}^{(1)} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(0,5l)^2}, F_{кр}^{(2)} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(2l)^2}$ $\frac{F_{кр}^{(2)}}{F_{кр}^{(1)}} = \frac{(0,5)^2}{2^2} = \frac{1}{16}$ Критическая сила уменьшится в 16 раз.
	12. Продемонстрируйте умение 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 $F_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(l)^2}$ $F_{кр}^{(2)} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(2l)^2} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(l)^2}$ Критическая сила уменьшится в 4 раза.

13. Продемонстрируйте умение рассчитывать критическую силу. Стержень длиной $l = 1$ м на одном конце жестко зашпелен, 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 $\pi^2 \approx 10$)

40 кН

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{6b \cdot b^3}{12 \cdot 6b^2}} = \frac{b}{2\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \text{ см}$$

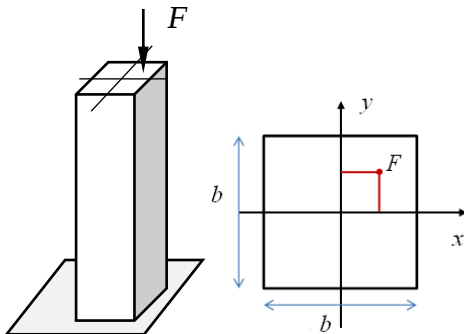
$$\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{2 \cdot 100 \text{ см} \sqrt{3}}{1 \text{ см}} = 346 > \lambda_{пр}$$

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

$$= \frac{10 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10^3 \cdot 8 \cdot 10^{-8}}{(2 \cdot 1)^2} = 40 \text{ кН}$$

14. Продемонстрируйте умение проводить расчеты на прочность.

Колонна квадратного поперечного сечения нагружена сжимающей силой F . Координаты точки приложения силы $x_F = 0,25b$, $y_F = 0,25b$. Значение максимального нормального напряжения по абсолютному значению равно ... В расчетах принять: сторона квадрата $b = 10$ см, сила $F = 100$ кН.



Введите значение в МПа.

40

Координаты опасной точки

$x_{оп} = 5$ см, $y_{оп} = 5$ см.

$A = 100 \text{ см}^2$.

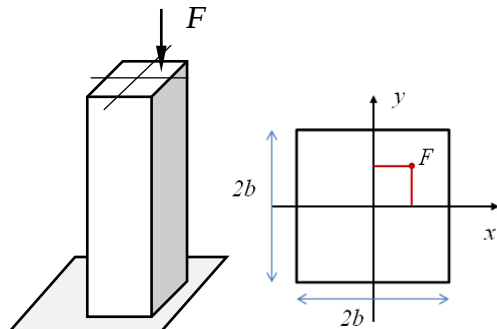
$i_x^2 = b^2/12$

$$|\sigma|_{\max} = \left| \frac{F}{A} \left(1 + \frac{y_F y_{он}}{i_x^2} + \frac{x_F x_{он}}{i_y^2} \right) \right| =$$

$$= \frac{100 \cdot 10^{-3} \text{ МН}}{100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} \left(1 + \frac{2,5 \cdot 5 \cdot 12}{100} \cdot 2 \right) =$$

$$= 40 \text{ МПа}$$

15. Продемонстрируйте умение проводить расчеты на прочность.
 Колонна квадратного поперечного сечения нагружена сжимающей силой F .
 Координаты точки приложения силы $x_F = 0,5b$, $y_F = 0,5b$. Значение максимального нормального напряжения по абсолютному значению равно ...
 В расчетах принять: сторона квадрата $b = 10$ см, сила $F = 800$ кН.



Введите значение в МПа.

80

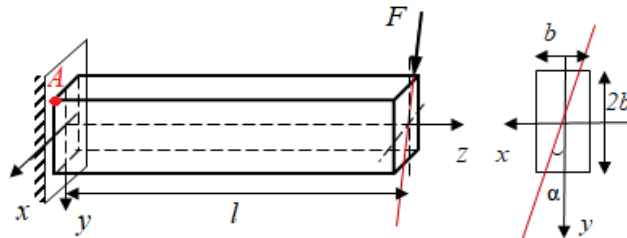
Координаты опасной точки
 $x_{оп} = 5$ см, $y_{оп} = 5$ см.
 $A = 400 \text{ см}^2$.
 $i_x^2 = b^2/12$

$$|\sigma|_{\max} = \left| \frac{F}{A} \left(1 + \frac{y_F y_{оп}}{i_x^2} + \frac{x_F x_{оп}}{i_y^2} \right) \right| =$$

$$= \frac{800 \cdot 10^{-3} \text{ МН}}{400 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} \left(1 + \frac{5 \cdot 10 \cdot 12}{400} \cdot 2 \right) =$$

$$= 80 \text{ МПа}$$

16. Продемонстрируйте умение проводить расчеты на прочность.
 Стержень длиной l прямоугольного сечения размерами $b \times 2b$ нагружен силой F (см. рис.), угол $\alpha = 30^\circ$. Значение напряжения в точке А по абсолютному значению равно ... $\frac{Fl}{b^3}$



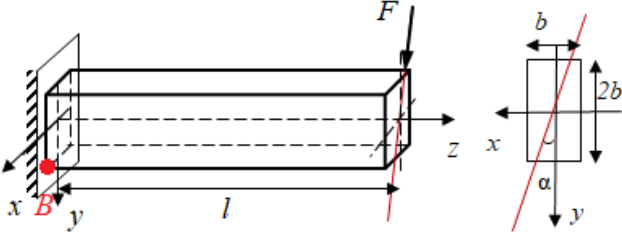
0,2

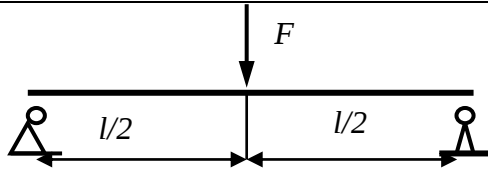
$$\sigma = M \left(\frac{\cos \alpha}{I_x} y + \frac{\sin \alpha}{I_y} x \right)$$

$$M = -Fl$$

$$y_A = -b, x_A = 0,5b$$

$$I_x = \frac{8b^4}{12}; \quad I_y = \frac{2b^4}{12}$$

	(числовые значения округлять до десятых)		$\sigma_A = \left M \left(\frac{\cos \alpha}{I_x} y_A + \frac{\sin \alpha}{I_y} x_A \right) \right =$ $= Fl \left(\frac{\sqrt{3} \cdot 12}{2 \cdot 8b^4} (-b) + \frac{0,5 \cdot 12}{2 \cdot b^4} 0,5b \right)$ $= 0,2 \frac{Fl}{b^3}$
	17. Продемонстрируйте умение проводить расчеты на прочность. Стержень длиной l прямоугольного сечения размерами $b \times 2b$ нагружен силой F (см. рис.), угол $\alpha = 30^\circ$. Значение напряжения в точке А по абсолютному значению равно ... $\frac{Fl}{b^3}$  (числовые значения округлять до десятых)		2,8 $\sigma = M \left(\frac{\cos \alpha}{I_x} y + \frac{\sin \alpha}{I_y} x \right)$ $M = - Fl$ $y_B = b, x_B = 0,5b$ $I_x = \frac{8b^4}{12}; \quad I_y = \frac{2b^4}{12}$ $\sigma_A = \left M \left(\frac{\cos \alpha}{I_x} y_A + \frac{\sin \alpha}{I_y} x_A \right) \right =$ $= Fl \left(\frac{\sqrt{3} \cdot 12}{2 \cdot 8b^4} b + \frac{0,5 \cdot 12}{2 \cdot b^4} 0,5b \right) = 2,8 \frac{Fl}{b^3}$
	18. Продемонстрируйте умение вести расчет стержневых систем на действие динамических нагрузок. Прогиб в середине пролета балки от статически приложенной силы F равен δ. Прогиб в этом же сечении при мгновенном приложении силы F равен ...		2 δ $k_\delta = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_{ст}}}$ $h = 0 \Rightarrow k_\delta = 2$ $\delta_\delta = \delta \cdot k_\delta = 2 \delta$



19. Продемонстрируйте умение вести расчет стержневых систем на действие динамических нагрузок. Груз падает с высоты h . Динамическое напряжение в конструкции при увеличении высоты падения груза в 4 раза ...

(При определении динамического коэффициента системы используйте приближенную формулу

$$k_d = \sqrt{\frac{2h}{\delta_{ст}}})$$

20. Продемонстрируйте умение вести расчет стержневых систем на действие динамических нагрузок. Груз падает с высоты h . Динамическое напряжение в конструкции при уменьшении высоты падения груза в 4 раза ...

(При определении динамического коэффициента системы используйте приближенную формулу

$$k_d = \sqrt{\frac{2h}{\delta_{ст}}})$$

увеличится в 2 раза

$$\sigma_d = k_d \cdot \sigma_{ст}$$

Если $h_1 = 4h$, то

$$k_{d1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4h}{\delta_{ст}}} = 2 \sqrt{\frac{2h}{\delta_{ст}}} = 2k_d$$

Динамический коэффициент увеличится в 2 раза, значит и динамическое напряжение увеличится в 2 раза.

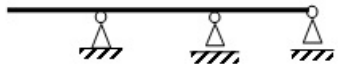
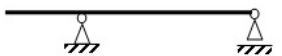
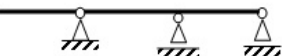
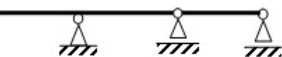
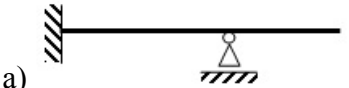
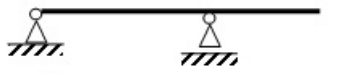
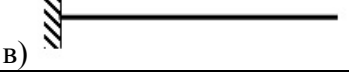
Уменьшится в 2 раза

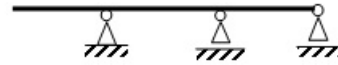
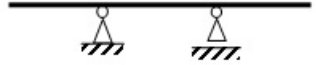
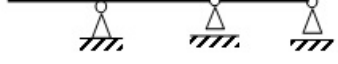
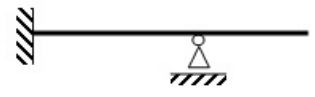
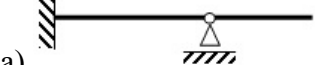
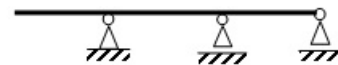
$$\sigma_d = k_d \cdot \sigma_{ст}$$

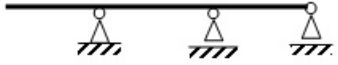
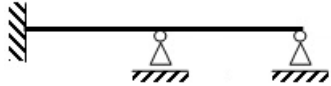
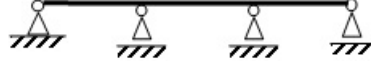
Если $h_1 = 0,25h$, то

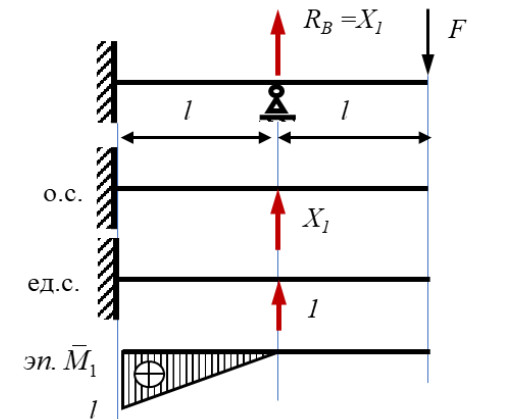
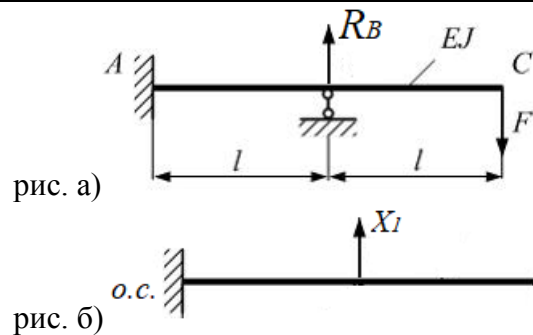
$$k_{d1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,25h}{\delta_{ст}}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2h}{\delta_{ст}}} = \frac{1}{2} k_d$$

Динамический коэффициент уменьшится в 2 раза, значит и динамическое напряжение уменьшится в 2 раза.

ПК-5 Выполнение расчетов бетонных и железобетонных конструкций по предельным состояниям второй группы и выполнение текстовой и графической частей проектной или рабочей документации раздела "Конструкции железобетонные"			
ПК-5.2.2 Умеет выполнять аналитические расчеты бетонных и железобетонных конструкций и подбирать сечения элементов	21. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Укажите все верные основные системы метода сил для представленной на рисунке балки  Выберите несколько вариантов ответа.	а)  б)  в)  г) 	а) б) г)
	22. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Какие из представленных балок являются статически неопределимыми? Выберите несколько вариантов ответа.	а)  б)  в) 	а) г)

		г)  д)  е) 	
23. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Укажите все верные основные системы метода сил для представленной на рисунке балки  Выберите несколько вариантов ответа.	а)  б)  в)  г) 	а) б) в) г)	
24. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...  Введите ответ.		1 $n = 4 - 3 = 1$	
25. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости		1 $n = 4 - 3 = 1$	

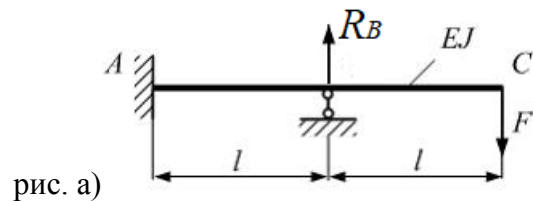
	представленной на рисунке балки равна ...  Введите ответ.		
	26. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...  Введите ответ.		2 $n = 5 - 3 = 2$
	27. Продемонстрируйте умение вести расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости представленной на рисунке балки равна ...  Введите ответ.		2 $n = 5 - 3 = 2$
	28. Продемонстрируйте умение 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 $\delta_{11} = \dots$ $\delta_{11}X_1 + \Delta_{1F} = 0$		$\frac{l^3}{3EI_x}$



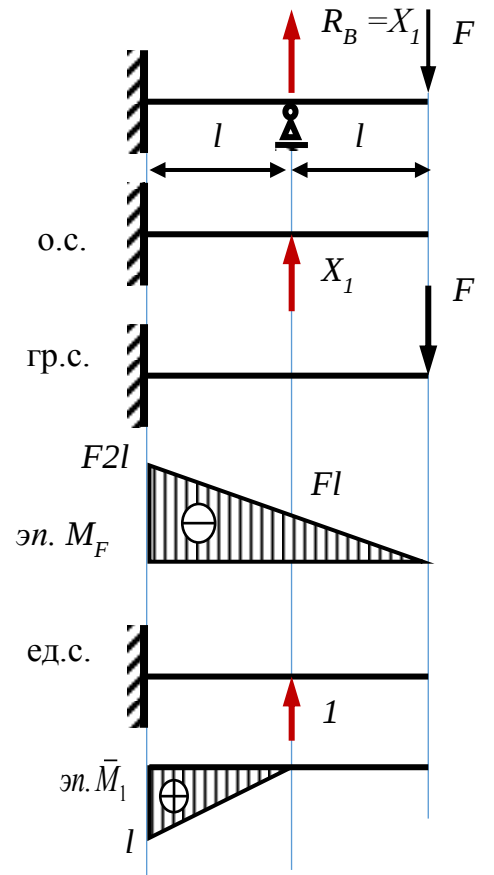
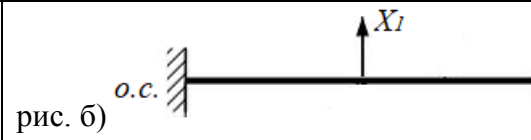
$$\delta_{11} = \int_l \frac{\bar{M}_1 \bar{M}_1}{EI_x} dz = \frac{l}{6EI_x} (2l \cdot l) = \frac{l^3}{3EI_x}$$

29. Продемонстрируйте умение 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 $\Delta_{1F} = \dots$

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

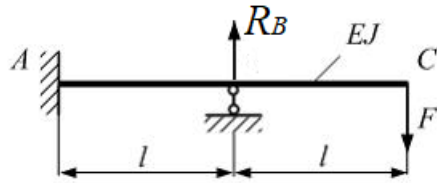


$$-\frac{5Fl^3}{6EI_x}$$

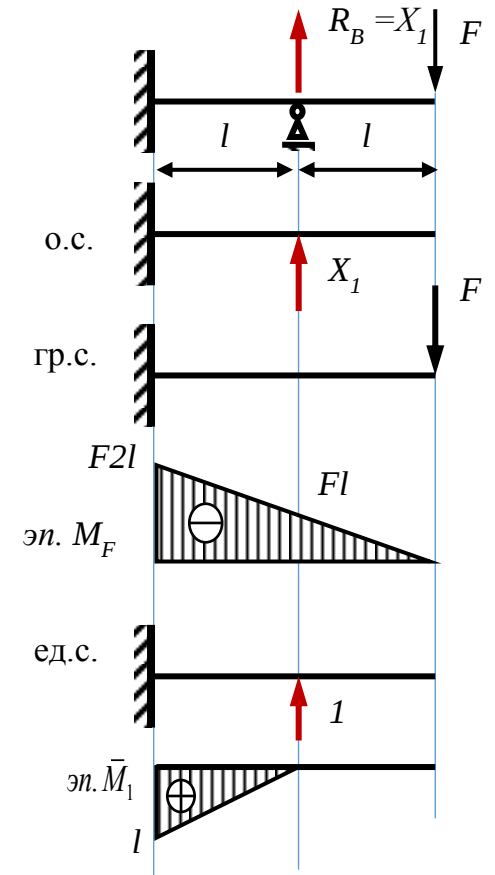


$$\begin{aligned} \Delta_{1F} &= \int_l \frac{M_F \bar{M}_1}{EI_x} dz = \\ &= \frac{l}{6EI_x} \left(-F2l \cdot l + 4(-1,5Fl) \cdot 0,5l \right) = \\ &= -\frac{5Fl^3}{6EI_x} \end{aligned}$$

30. Продемонстрируйте умение раскрывать статическую неопределимость. Если $l = 1\text{ м}$, $F = 10\text{ кН}$, опорная реакция R_B в представленной балке равна ... кН.



25 кН



$$X_1 = -\frac{\Delta_{1F}}{\delta_{11}}$$

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

			$\Delta_{1F} = \int_l \frac{M_F \bar{M}_1}{EI_x} dz =$ $= \frac{l}{6EI_x} (-F 2l \cdot l + 4(-1,5Fl) \cdot 0,5l) =$ $= -\frac{5Fl^3}{6EI_x}$ $X_1 = \frac{5F}{2} = 2,5F = 25кН$
--	--	--	---

Разработчик оценочных материалов,
к.т.н, доцент

«_18_» декабря__ 2024 г.

_____ Г.В.Сорокина