

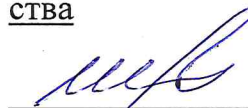
Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шлеенко Алексей Васильевич  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 28.03.2023 14:12:29  
Уникальный программный ключ:  
5f5bf1acee89a66c219718baf8e79671be8cb987

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. зав. кафедрой промышленного и гражданского строительства



А.В. Шлеенко

*(подпись, инициалы, фамилия)*

«28» 02 2022 г.

### ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Основы метода конечного элемента  
*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО 08.05.02 «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей»  
*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

направленность (профиль)/специализация  
«Строительство (реконструкция), эксплуатация и техническое прикрытие автомобильных дорог»  
*(наименование направленности (профиля)/специализации)*

Курск – 2022

## 1 Вопросы в закрытой форме

- 1.1 дифференциальные уравнений с частными производными имеют число решений:
- а) конечное;
  - б) бесконечное;
  - в) зависящее от порядка дифференциального уравнения.
- 1.2 Что такое МКЭ?
- (1) метод конечных элементов
  - (2) методика конечных элементов
  - (3) метод количественных элементов
  - (4) метод конечных эквивалентностей
- 1.3 Если увеличить количество ячеек расчетной сетки, то точность результатов...
- (1) увеличится
  - (2) уменьшится
  - (3) не изменится
  - (4) все зависит от сложности модели
- 1.4 Как расшифровывается аббревиатура САПР?
- (1) система автоматизированного проектирования
  - (2) система автоматического проектирования
  - (3) система аналитического программирования
  - (4) системы автоматизированного программирования
- 1.5 Какие задачи следует отнести к задачам для уравнений в частных производных?
- (1) задачу Коши для уравнения теплопроводности
  - (2) смешанную задачу для уравнения теплопроводности
  - (3) смешанную задачу для уравнения переноса
- 1.6 Геометрия ячейки сетки в методе конечных разностей определяется
- (1) прямоугольником;
  - (2) треугольником;
  - (3) кругом.
- 1.7 Геометрия ячейки сетки в методе конечных разностей определяется:
- (1) эллипсом;
  - (2) треугольником;
  - (3) прямоугольником.

## 2 Вопросы в открытой форме

- 2 Перечислите основные современные численные методы расчета конструкций.
- 3 - В чем суть (основная идея) метода конечных элементов?
- 4 - Что такое дискретизация расчетной области конструкции при расчете МКЭ?

- 5 - В чем суть дискретной модели рассчитываемой конструкции по МКЭ?
- 6 - Перечислите основные шаги общего алгоритма статического расчета по МКЭ?
- 7 - Конечные элементы, их типы. Степени свободы конечного элемента. Конечно-элементная расчетная схема. Приведение нагрузки на систему к узловой.
- 8 - Матрица жесткости конечного элемента. Ее структура. Связь между перемещениями узлов элемента и усилиями, действующими на них.
- 9 - Дайте определение числовой матрице.
- 10 - Какая матрица называется квадратной, прямоугольной, единичной, матрицей-вектором?
- 11 - Как складываются, вычитаются и перемножаются матрицы?
- 12 - Что такое обратная матрица и для чего она используется?
- 13 - Каков смысл коэффициентов матрицы влияния изгибающих моментов?
- 14 - По каким формулам вычисляются элементы матрицы жесткости конечного элемента?
- 15 - По каким формулам вычисляются элементы матрицы геометрической жесткости конечного элемента?
- 16 - По каким формулам вычисляются элементы матрицы масс конечного элемента?
- 17 - Сформулируйте метод разложения по собственным формам?
- 18 - Собственные формы какой матрицы участвуют в расчетах?
- 19 - Как определяются функции матриц?
- 20 - Преобразование матрицы жесткости конечного элемента при повороте координатных осей.

### 3 Вопросы на установление последовательности

#### 3.1 Порядок вычисления перемещений

- 1 Принимаем расчётную схему единичного состояния - схему данного элемента, но с единичной нагрузкой.
- 2 Для определения прогиба  $f$  сечения единичную силу  $^1F=1$  прикладываем к сечению, прогиб которого определяем. Направление единичной силы соответствует направлению искомого прогиба
- 3 Для определения угла поворота  $\varphi$  сечения единичный момент  $^1m=1$  прикладываем к сечению, угол поворота которого определяем. Направление единичного момента соответствует направлению искомого угла
- 4 Строим единичные эпюры
- 5 При наличии нескольких участков, эпюры на них перемножают, результаты складывают. Можно комбинировать способы перемножения эпюр

#### 3.2 Порядок расчёта рам методом перемещений

1. Определяем степень кинематической неопределимости как сумму фиктивных реакций, запрещающих угловые и линейные перемещения
2. Строим основную и эквивалентную системы метода перемещений
3. Записываем систему канонических уравнений метода перемещений
4. Строим единичные и грузовую эпюры с помощью таблиц метода перемещений
5. Определяем коэффициенты канонического уравнения
6. Решаем систему канонических уравнений
7. Строим итоговую эпюру моментов
8. Делаем статическую проверку в узле рамы
9. Делаем кинематическую проверку правильности построения эпюры моментов. Для этого перемножают суммарную эпюру единичных моментов, построенную в любой основной системе метода сил, на окончательную эпюру моментов. Результат перемножения должен дать нуль
10. Строим эпюру поперечных сил  $Q$  дифференцированием эпюры моментов
11. Строим эпюру продольных сил  $N$  по эпюре  $Q$ . Продольные усилия в стержнях рамы получают из уравнений равновесия узлов, находящихся под действием продольных и поперечных сил
12. Проводим статическую проверку

#### 3.3 Порядок расчета неразрезной балки на загрузку одного из её пролетов

1. Вычисляем приведенные длины и фокусные отношения пролетов.
2. Строим грузовые (пролётные) эпюры моментов в основной системе метода сил. Вычисляем фиктивные реакции загруженных пролетов.
3. Определяем величины опорных моментов загруженных пролетов или величину опорного момента в консоли.
4. Вычисляем величины опорных моментов незагруженных пролетов.
5. Строим эпюру моментов от загрузки рассматриваемого пролета сложением эпюр пролётных и опорных моментов.
6. Проводим кинематическую проверку правильности построения эпюры моментов.
7. Строим эпюру поперечных сил дифференцированием эпюры моментов.
8. Вычисляем опорные реакции методом вырезания узлов
9. Выполняем статическую проверку для всей балки.

#### 3.4 Порядок расчета неразрезной балки с помощью уравнения трех моментов

1. Вычисляется степень статической неопределимости  $L=C_{оп}-3$
2. Записывается система канонических уравнений трех моментов. Число уравнений должно равняться количеству лишних связей  $L$ .
3. Вычисляются приведенные длины и фиктивные реакции.
4. Решается система уравнений трех моментов относительно неизвестных опорных моментов.
5. Строится эпюра изгибающих моментов в балке,  $M=M_{оп}+M_F$
6. Проводится кинематическая проверка правильности построения эпюры моментов.
7. Строится эпюра поперечных сил дифференцированием эпюры моментов
8. Вычисляются опорные реакции
9. Делается статическая проверка для всей балки. Балка отсекается от опор и к ней прикладываются внешние нагрузки и опорные реакции. Составляется уравнение равновесия  $\sum Y=0$

#### 3.5 Порядок расчёта статически неопределимой рамы методом сил

- 1 Вычисляем степень статической неопределимости
- 2 Записываем систему канонических уравнений метода сил
- 3 Выбираем основную и эквивалентную системы метода сил
- 4 Строим единичные и грузовую эпюры в основной системе метода сил
- 5 Вычисляем коэффициенты канонических уравнений
- 6 Решаем систему канонических уравнений
7. Строим эпюры от найденных неизвестных усилий
- 8 Строим итоговую эпюру
- 9 Проводим кинематическую проверку правильности построения эпюры изгибающих моментов
- 10 Строим эпюру поперечных сил по дифференциальным зависимостям
- 11 Строим эпюру продольных усилий, вырезая и уравнивая узлы рамы
- 12 Проводим статическую проверку

#### 3.6 Порядок построения линий влияния усилий в многопролётных статически определимых балках

- 1 Строим поэтажную схему
- 2 Строим ЛВ усилия в той балке, где находится исследуемое сечение или опора
- 3 С учётом передачи нагрузок с балок верхних этажей на балки нижних, строят ЛВ в соседних балках

#### 3.7 Порядок построения единичной эпюры метода сил

1. Определяем степень статической неопределимости системы
2. Выбираем и отбрасываем лишние связи
- 3 По месту и направлению отброшенной связи прикладываем силу или момент, равные 1
- 4 С использованием свойств эпюр строим единичную эпюру

### 3.8 Порядок вычисления коэффициентов канонического уравнения метода сил

- 1 После построения единичных эпюр вычисляем единичные коэффициенты канонического уравнения, перемножая единичные эпюры сами на себя и друг на друга
- 2 После построения грузовой эпюры перемножаем её последовательно с единичными эпюрами – получаем грузовые коэффициенты канонического уравнения
- 3 Определяем степень статической неопределимости системы
4. Выбираем и отбрасываем лишние связи – получаем основную систему метода сил
- 5 По месту и направлению отброшенной связи прикладываем силу или момент, равные 1
- 6 С использованием свойств эпюр строим единичные эпюры
7. К основной системе метода сил прикладываем внешние нагрузки
- 8 Строим грузовую эпюру

### 3.9 Составьте определение диска в строительной механике, лишние словосочетания не использовать

- 1 круглый в плане
- 2 абсолютно жесткий
- 3 или геометрически неизменяемая система
- 4 абсолютно жестких элементов
- 5 вращающийся элемент
- 6 прикрепленный к опоре
- 7 конструктивный элемент

### 3.10 Составьте определение опорного стержня, лишние словосочетания не использовать

- 1 – абсолютно жестким диском,
- 2 связь,
- 3 не имеющим перемещений
- 4 вращающийся элемент
- 5 прикрепленный к опоре
- 6 конструктивный элемент
- 7 соединяющая сооружение с «землей»

### 3.11 Составьте определение мгновенно изменяемой системы, лишние словосочетания не использовать

- 1 без деформации её элементов.
- 2 условия опирания которой
- 3 допускают бесконечно малые перемещения
- 4 Система,
- 5 прикрепленный к опоре

### 3.12 Составьте определение механизма в строительной механике, лишние словосочетания не использовать

- 1 равной одной
- 2 Механизм-
- 3 с количеством степеней свободы
- 4 прикрепленный к опоре
- 5 конструктивный элемент
- 6 система,

### 3.13 Составьте определение эпюры поперечных сил, лишние словосочетания не использовать

- 1 График,
- 2 показывающий изменение

- 3 без деформации её элементов.
- 4 условия опирания которой
- 5 допускают бесконечно малые перемещения
- 6 поперечной силы
- вдоль оси стержня

- 3.14 Составьте определение кинематической связи, лишние словосочетания не использовать
- 1 одну степень свободы.
  - 2 Устройство,
  - 3 показывающий изменение
  - 4 без деформации её элементов
  - 5 убирающее у системы

- 3.15 Составьте определение эпюры изгибающих моментов, лишние словосочетания не использовать
- 1 одну степень свободы.
  - 2 График,
  - 3 защемление.
  - 4 показывающий изменение
  - 5 вдоль оси стержня
  - 6 изгибающих моментов

- 3.16 Составьте определение фермы, лишние словосочетания не использовать
- 1 это стержневая система,
  - 2 вдоль стержня
  - 3 изгибающих моментов
  - 4 Ферма –
  - 5 после условной замены ее жестких узлов шарнирными
  - 6 которая останется геометрически неизменяемой

- 3.17 Составьте определение балки, лишние словосочетания не использовать

- 1 Балка -
- 2 линейный элемент несущих конструкций
- 3 вдоль стержня
- 4 с различными условиями опирания
- 5 изгибающих моментов
- 6 работающей преимущественно на изгиб

- 3.18 Составьте определение шарнирно-консольной балки, лишние словосочетания не использовать
- 1 геометрически неизменяемая,
  - 2 соединяются промежуточными шарнирами.
  - 3 отдельные части которой
  - 4 Шарнирно-консольная балка -
  - 5 статически определимая балка,
  - 6 линейный элемент несущих конструкций
  - 7 вдоль стержня

3.19 Составьте определение арки, лишние словосочетания не использовать

- 1 криволинейная
- 2 линейный элемент несущих конструкций
- 3 вдоль стержня
- 4 Арка –
- 5 распорная конструкция

3.20 Составьте определение рамы, лишние словосочетания не использовать

- 1 Рама,
- 2 отдельные части которого
- 3 соединены жестко
- 4 стержень с ломаной осью
- 5 во всех или отдельных узлах,
- 6 линейный элемент несущих конструкций
- 7 вдоль стержня

3.21 Составьте определение консоли, лишние словосочетания не использовать

- 1 выступающая за опору
- 2 Консоль -
- 3 жестко закрепленная одним концом
- 4 или часть конструкции,
- 5 конструкция,
- 6 соединены жестко
- 7 стержень с ломаной осью
- 8 при свободном другом,

3.22 Составьте определение геометрически неизменяемой системы, лишние словосочетания не использовать

- 1 Система,
- 2 возможно только.
- 3 изменение формы которой
- 4 или часть конструкции,
- 5 конструкция,
- 6 её элементов
- 7 в результате деформации

3.23 Составьте определение эпюры продольных сил, лишние словосочетания не использовать

- 1 вдоль оси стержня
- 2 показывающий изменение
- 3 изменение формы которой
- 4 или часть конструкции
- 5 График,
- 6 продольной силы

3.24 Составьте определение степени статической неопределимости, лишние словосочетания не использовать

- 1 Степень статической неопределимости
- 2 связей
- 3 график,
- 4 продольной силы
- 5 показывающий изменение
- 6 число
- 7 лишних

3.25 Для формулирования вычисления гибкости сжатого стержня составьте словосочетания в правильной последовательности. Лишние словосочетания не используйте

- 1 Гибкость равна
- 2 приведенной длине стержня
- 2 отнесённой
- 3 к радиусу инерции сечения стержня
- 4 к коэффициенту приведения длины стержня
- 5 умноженному на момент инерции сечения стержня
- 6 трети приведенной длины стержня
- 7 умноженной на модуль упругости материала стержня

3.26 Последовательность вычисления перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора путём перемножения эпюр по формуле Симпсона. Эпюру грузовых моментов считать известной. Лишние действия не использовать

- 1 Построить эпюру единичных моментов с приложением единичной нагрузки в том сечении, где определяют перемещение
- 2 Определить значения грузовых и единичных моментов по краям участков и в середине
- 3 Сделать простое перемножение крайних ординат грузовых и единичных эпюр и учетверённое перемножение средних ординат с учетом знаков. Результаты перемножения сложить по участкам в соответствии с формулой Симпсона

3.27 Последовательность проверки на устойчивость сжатого стержня

1. Определить коэффициент приведения длины стержня
2. Определить радиус инерции сечения
3. Определить гибкость стержня
5. Определить коэффициент продольного изгиба
6. Определить напряжение в сечении стержня и сравнить его с расчётным сопротивлением материала

3.28 Для формулирования коэффициента Пуассона составьте словосочетания в правильной последовательности. Лишние словосочетания не используйте

- 1 Коэффициент Пуассона равен
- 2 приведенной длине стержня
- 3 отнесённой к радиусу инерции сечения
- 4 относительной поперечной деформации
- 5 отнесённой к относительной продольной деформации



3.29 Составьте определение оболочки, лишние словосочетания не использовать

- 1 Оболочка– это тело,
- 2 приведенной длине стержня
- 3 у которого один размер (толщина) много меньше двух других размеров.
- 4 отнесённой к радиусу инерции сечения
- 5 ограниченное двумя криволинейными поверхностями,

3.30 Последовательность вычисления перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора путём перемножения эпюр по правилу Верещагина. Эпюру грузовых моментов считать известной. Лишние действия не использовать

- 1 Построить эпюру единичных моментов с приложением единичной нагрузки в том сечении, где определяют перемещение
- 2 Определить площади грузовых эпюр и положения их центров тяжести
- 3 Определить ординаты единичных эпюр под центрами тяжести грузовых эпюр
- 4 Перемножить площади грузовых эпюр на участках на соответствующие ординаты под центрами тяжести грузовых в соответствии с правилом Верещагина

#### 4 Вопросы на установление соответствия

4.1 Укажите соответствие нагрузки на участке растянутого стержня и формы эпюры продольных усилий

а – равномерно распределённая нагрузка	1 – квадратная парабола
б – нет равномерно распределённой нагрузки	2 – прямая линия, параллельная нулевой линии эпюры
в – распределённая нагрузка, изменяющаяся по линейному закону	3 – прямая наклонная линия
	4 - кубическая парабола

4.2 Укажите соответствие нагрузки на участке сжатого стержня и формы эпюры продольных усилий

а – равномерно распределённая нагрузка	1 - квадратная парабола
б – нет равномерно распределённой нагрузки	2 – прямая линия, параллельная нулевой линии эпюры
в – распределённая нагрузка, изменяющаяся по линейному закону	3 – прямая наклонная линия
	4 - кубическая парабола

4.3 Укажите соответствие нагрузки на участке вала и формы эпюры крутящих моментов

а – равномерно распределённая скручивающая нагрузка	1 - квадратная парабола
б – нет равномерно распределённой скручивающей нагрузки	2 – прямая линия, параллельная нулевой линии эпюры
в – распределённая скручивающая нагрузка, изменяющаяся по линейному закону	3 – прямая наклонная линия
	4 - кубическая парабола

4.4 Укажите соответствие нагрузки на участке балки и формы эпюры поперечных усилий

а – равномерно распределённая нагрузка	1 – квадратная парабола
б – нет равномерно распределённой нагрузки	2 – прямая линия, параллельная нулевой линии эпюры
в – распределённая нагрузка, изменяющаяся по	3 – прямая наклонная линия

линейному закону	
	4 - кубическая парабола

4.5 Укажите соответствие нагрузки на участке балки и формы эпюры изгибающих моментов при поперечном изгибе

а – равномерно распределённая нагрузка	1 - парабола
б – нет равномерно распределённой нагрузки	2 – кубическая парабола
в – распределённая нагрузка, изменяющаяся по линейному закону	3 – прямая наклонная линия
	4 - прямая линия, параллельная нулевой линии эпюры

4.6 Укажите соответствие отражения нагрузки, приложенной к балке, и формы эпюры поперечных усилий

а – сосредоточенный момент	1 – не отражается
б – сосредоточенная сила	2 – скачок
в – равномерно распределённая нагрузка	3 – квадратная парабола с выпуклостью навстречу нагрузке
	4 – наклонная прямая линия

4.7 Укажите соответствие отражения нагрузки, приложенной к балке, и формы эпюры изгибающих моментов

а – сосредоточенный момент	1 – перелом
б – сосредоточенная сила	2 – скачок
в – равномерно распределённая нагрузка	3 – квадратная парабола с выпуклостью навстречу нагрузке
	4 – квадратная парабола с выпуклостью по направлению нагрузки

4.8 Укажите соответствие эпюры формы эпюры поперечных усилий, и формы эпюры изгибающих моментов при плоском изгибе

а – э.Q – наклонная прямая	1 – э.M – квадратная парабола
б – э.Q – прямая линия, параллельная нулевой линии эпюры	2 – э.M - наклонная прямая
в – э.Q – квадратная парабола	3 – э.M – кубическая парабола
	4 – э.M – гипербола

4.9 Укажите соответствие возможных знаков геометрических характеристик

а – статический момент площади	1 – отрицательный
б – осевой момент инерции	2 – положительный
в – центробежный момент инерции	3 – равный нулю
г – полярный момент инерции	

4.10 Укажите соответствие видов закреплений концов сжатого стержня и коэффициента приведения длины

а – шарнирное - шарнирное	1 – 2
б – шарнирное - жёсткое	2 – 1
в – жёсткое - жёсткое	3 – 0,7
г – жёсткое – нет закрепления	4 – 0,5

## 4.11 Укажите знаки параметров линии влияния

	$\operatorname{tg} \alpha$	+	-
	$\Omega$	+	-
	$y$	+	-

## 4.12 Укажите знаки параметров линии влияния

	$\operatorname{tg} \alpha$	+	-
	$\Omega$	+	-
	$y$	+	-

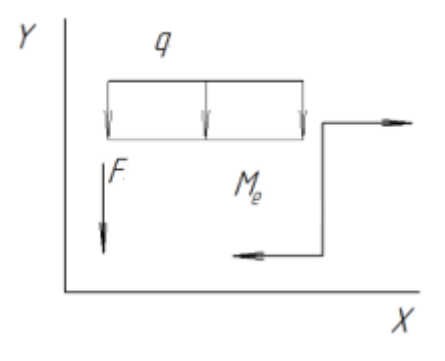
## 4.13 Укажите знаки параметров линии влияния

	$\operatorname{tg} \alpha$	+	-
	$\Omega$	+	-
	$y$	+	-

## 4.14 Укажите знаки параметров линии влияния

	$\operatorname{tg} \alpha$	+	-
	$\Omega$	+	-
	$y$	+	-

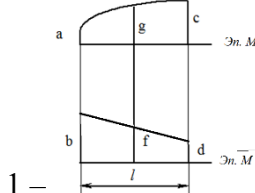
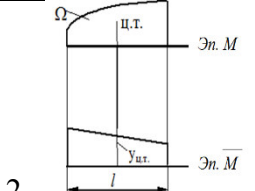
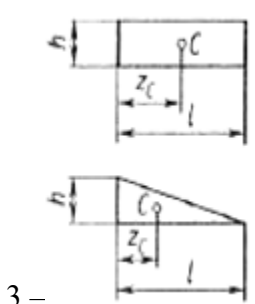
## 4.15 Укажите знаки нагрузок для расчёта по линии влияния

	q	+	-
	F	+	-
	Me	+	-

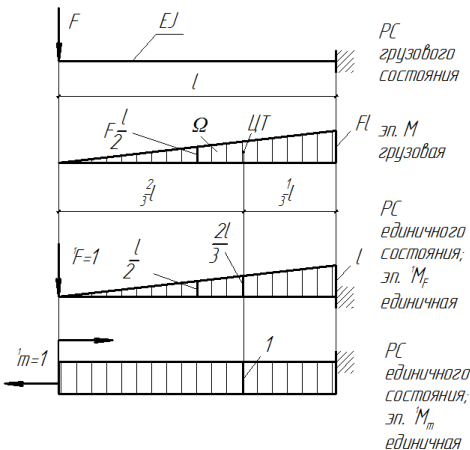
## 4.16 Укажите соответствие расчётных формул способу расчёта

а – Формула Симпсона	$1 - \Delta_{IF} = \int \frac{M \cdot \bar{M}}{EJ} dx = \frac{\Omega \cdot y_{ц.т.}}{EJ}$
б – Правило Верещагина	$2 - \Delta_{IF} = \int \frac{M \cdot \bar{M}}{EJ} dx = \frac{1}{EJ} \frac{l}{6} (ab + 4gf + cd)$
в – Правило Подкопаева	$3 - \Delta_{IF} = \int \frac{Q \cdot \bar{M}}{EJ} dx = \frac{\Omega \cdot y_{ц.м.}}{GJ}$

## 4.17 Укажите соответствие схем эпюр способу расчёта

а – Формула Симпсона	 <p>1 –</p>
б – Правило Верещагина	 <p>2 –</p>
в – Правило Подкопаева	 <p>3 –</p>

## 4.18 Укажите соответствие перемножения эпюр при вычислении перемещений



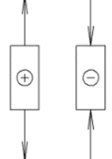
а – Формула Симпсона	1 – $f = \frac{1}{EJ} \left( \frac{1}{2} Fl \cdot l \cdot \frac{2}{3} l \right) = \frac{Fl^3}{3EJ}$ $\varphi = \frac{1}{EJ} \left( \frac{1}{2} Fl \cdot l \cdot 1 \right) = \frac{Fl^2}{2EJ}$
б – Правило Верещагина	2 – $f = \frac{l}{6EJ} \left( 0 \cdot 0 + 4 \frac{Fl}{2} \frac{l}{2} + Fl \cdot l \right) = \frac{Fl^3}{3EJ}$ $\varphi = \frac{l}{6EJ} \left( 0 \cdot 1 + 4 \frac{Fl}{2} 1 + Fl \cdot 1 \right) = \frac{Fl^2}{2EJ}$
	Расчётная схема грузовая и единичные эпюры моментов

## 4.19 Укажите соответствие формул расчётным случаям при построении э. Q по э. M с использованием дифференциальных зависимостей

а – Если равномерно распределённая нагрузка на участке $q=0$	1 – $Q = \frac{M_{\text{пр}} - M_{\text{лев}}}{l}$
б – Если равномерно распределённая нагрузка на участке $q \neq 0$ . Экстремума $M$ на участке нет	2 – $Q_{\text{олев}} = \frac{ql}{2}; Q_{\text{опр}} = -\frac{ql}{2}$ $Q_{\text{лев}} = \frac{M_{\text{пр}} - M_{\text{лев}}}{l} \pm Q_{\text{олев}}$ $Q_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{пр}} - M_{\text{лев}}}{l} \pm Q_{\text{опр}}$
в -Если равномерно распределённая нагрузка на участке $q \neq 0$ . Экстремум $M$ на участке есть	$Q_{\text{олев}} = \frac{ql}{2}; Q_{\text{опр}} = -\frac{ql}{2}$ $Q_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{пр}} - M_{\text{лев}}}{l} \pm Q_{\text{опр}}$ $Q_{\text{лев}} = \frac{M_{\text{пр}} - M_{\text{лев}}}{l} \pm Q_{\text{олев}}$

	$x_{0\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{q}; x_{0\text{лев}} = \frac{Q_{\text{лев}}}{q}$ $M_{\text{ЭксПр}} = Q_{\text{пр}} \frac{x_{0\text{пр}}}{2} \pm M_{\text{пр}};$ $M_{\text{ЭксЛев}} = Q_{\text{лев}} \frac{x_{0\text{лев}}}{2} \pm M_{\text{лев}};$
--	--

## 4.20 Укажите соответствие схем правилам знаков

а – Для поперечной усилия	1 – 
б – Для изгибающего момента	2 – 
в – Для продольного усилия	3 – 

## 4.21 Укажите соответствие определений категориям стержней ферм

а – 1 категория	1 – принадлежащие шпренгелю и основной системе
б – 2 категория	2 – принадлежащие только основной ферме
в – 3 категория	3- принадлежащие только шпренгелю

## 4.22 Укажите соответствие методов расчёта и конструкций

а – метод моментной точки	1 – ферма
б – уравнение трёх моментов	2 – арка
в – метод фокусов	3- неразрезная балка
г – метод проекций	

## 4.23 Укажите соответствие терминов и видов конструкций

а – поэтажная схема	1 – шарнирно-консольная балка
б – распор	2 – ферма
в – шпренгель	3- арка

## 4.24 Укажите соответствие терминов и видов конструкций

а – замковый шарнир	1 – шарнирно-консольная балка
б – верхний пояс	2 – ферма
в – ригель	3- рама

## 4.25 Укажите соответствие терминов и видов конструкций

а – раскос	1 – шарнирно-консольная балка
б – нижний пояс	2 – ферма
в – надпорный момент	3- неразрезная балка

## 4.25 Укажите соответствие терминов и видов конструкций

а – одноярусный шпренгель	1 – шарнирно-консольная балка
б – стойка	2 – ферма
в – пролётный момент	3- неразрезная балка
	4 -рама

## 4.26 Укажите соответствие терминов и видов конструкций

а – двухъярусный шпренгель	1 – шарнирно-консольная балка
б – стойка	2 – ферма
в – нисходящий раскос	3- неразрезная балка
	4 -рама

## 4.27 Укажите соответствие формул для расчётов на устойчивость сжатого стержня и характера работы материала

а – формула Эйлера	1 – формула с таким названием не используется
б – формула Ясинского	2 – упругая работа
в – практическая формула	3 – упругая и пластическая
г – теоретическая формула	4 – пластическая

## 4.28 Укажите соответствие значений предельных гибкостей сжатых стержней и материалов

а – 100	1 – сталь Ст3
б – 70	2 – древесина
в – 80	3 – чугун

## 4.29 Укажите соответствие формул и их названий в общепринятых обозначениях

а – формула Эйлера	1 – $\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E J_{min}}{(\mu l)^2}$
б – формула Ясинского	2 – $\sigma_{cr} = a - b\lambda - c\lambda^2$
в – практическая формула для расчёта на устойчивость сжатых стержней	3 – $\sigma = \frac{F}{\varphi A}$

## 4.30 Укажите соответствие расчётных формул их названиям в общепринятых обозначениях

а – Прогиб в середине пролёта балки на двух опорах, нагруженной равномерно распределённой нагрузкой по всему пролёту	$1 - \Delta l = \frac{Nl}{EA} \leq [\Delta l]$
б – Угол закручивания сечения вала	$2 - \varphi = \frac{Tl}{GJ_p} \leq [\varphi]$
в – Прогиб балки-консоли, нагруженной силой на конце консоли в месте её приложения	$3 - f = \frac{Fl^3}{3EJ}$
г – Удлинение стержня постоянного сечения от силы F	$4 - f = \frac{5ql^4}{384EJ}$

## КОМПЕТЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

Построить основную систему для расчёта рамы методом конечных элементов, (МКЭ).

