

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан дорожно-транспортного
факультета

Дорожно-
транспортный
факультет

А.В. Еремин

«01» 09 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан строительного факультета

Д.В. Панфилов

«01» 09 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

Строительная механика

Специальность 08.05.01 *Строительство уникальных зданий и сооружений*

Специализация №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»

Специализация №2 «Строительство подземных сооружений»

Специализация №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»

Квалификация (степень) выпускника инженер-строитель

Год начала подготовки 2016 г.

Нормативный срок обучения 6 лет

Форма обучения очная

Автор программы:

д.т.н., профессор кафедры строительной механики _____ С.Ю. Гриднев

Программа обсуждена на заседании кафедры строительной механики

Протокол № 01 от «31» 08 2017 года

Зав. кафедрой

_____ С.В. Ефрюшин

Воронеж 2017

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Строительная механика» является для студентов строительных специальностей одной из основных базовых дисциплин, **имеет своей целью:** дать современному специалисту необходимые представления, а также приобрести навыки в области анализа работы и расчета конструкций и их отдельных элементов, выполненных из различных материалов, на прочность, жесткость и устойчивость при различных воздействиях с использованием современного вычислительного аппарата (компетенции ОПК-6, ОПК-7).

1.2. Задачи освоения дисциплины вооружить будущего специалиста необходимыми знаниями для анализа работы и расчета строительных конструкций и их отдельных элементов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Строительная механика» относится к базовой части Блока 1 учебного плана.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения данной дисциплины.

Изучение дисциплины «Строительная механика» требует основных знаний, умений и компетенций студента по следующим курсам.

"Высшая математика" (Естественнонаучный и общетехнический цикл);

Анализ функции одного и нескольких переменных; дифференциальное и интегральное исчисление; исследование функции; приближенное решение уравнений; дифференциальные уравнения; векторы и матрицы; решение линейных алгебраических уравнений (компетенции ОПК-6, ОПК-7).

"Физика", (Естественнонаучный и общетехнический цикл):

Инерция; масса; импульс (количество движения); сила; законы сохранения; силы упругости и трения; силы тяготения; основные законы механики; колебания (компетенции ОПК-6, ОПК-7).

"Теоретическая механика", (Естественнонаучный и общетехнический цикл):

Основные понятия и определения; основные теоремы статики; статика несвободного абсолютно твердого тела; объемные и поверхностные силы; кинематика точки; кинематика твердого тела; сложное движение точки; динамика материальной точки; основы теории колебаний; общие теоремы динамики; динамика абсолютно твердого тела; принципы механики (компетенции ОПК-6,7).

"Соппротивление материалов", (Профессиональный цикл):

Геометрические характеристики поперечных сечений стержней; понятия деформаций, перемещений, напряжений; закон Гука; модуль упругости; коэффициент поперечной деформации; центральное растяжение и сжатие стержней; внутренние усилия в балках и рамах при изгибе; напряжения в стержнях при изгибе.

Изгиб с растяжением и сжатием, изгиб с кручением; устойчивость сжатых стержней; статически определимые и статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии; продольно-поперечный изгиб стержня; расчеты элементов конструкций при динамических и периодических нагрузках (компетенции ОПК-6,7).

Дисциплина «Строительная механика» предшествует следующим дисциплинам:

Основания и фундаменты сооружений; Вероятностные методы строительной механики и теория надёжности строительных конструкций; Нелинейные задачи строительной механики; Теория пластин и оболочек; Динамика и устойчивость сооружений; Сейсмостойкость сооружений; Железобетонные и каменные конструкции; Металлические конструкции, включая сварку; Проектирование специальных сооружений на автомагистралях.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Строительная механика» направлен на формирование следующих компетенций:

- использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-6)

- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7)

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

основные методы и практические приемы расчета реальных конструкций и их элементов из различных материалов по предельным расчетным состояниям на различные воздействия.

Уметь:

грамотно составить расчетную схему сооружения, произвести ее кинематический анализ, выбрать наиболее рациональный метод расчета при различных воздействиях, найти распределение усилий и напряжений, обеспечить необходимую прочность и жесткость его элементов с учетом реальных свойств конструкционных материалов, используя современную вычислительную технику.

Владеть:

навыками проведения кинематического анализа расчетной схемы сооружения; определения внутренних усилий, напряжений и перемещений в элементах статически определимых и неопределимых систем современными методами при различных воздействиях.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Строительная механика» составляет 8 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	138	72	66
В том числе:			
Лекции	52	36	16
Практические занятия (ПЗ)	70	36	34
Лабораторные работы (ЛР)	16	-	16
Самостоятельная работа (всего)	78	72	6
В том числе:			
Курсовой проект (работа)	3/78	2/39	1/39
Расчётно-графические работы (РГР)	-	-	-
Контрольная работа (кол\час)	-	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	72	Экзамен 36	Экзамен 36
Общая трудоемкость час зач. ед.	288	180	108
	8	5	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
5-й семестр		
1	Классификация расчётных схем и воздействий. Кинематический и структурный анализ.	<p>Классификация элементов сооружений (массивы, стержни, пластинки, оболочки); воздействий (силовые, кинематические, температурные).</p> <p>Классификация расчетных схем по структуре (балки, фермы, рамы, арки, комбинированные системы); по статическим признакам (статические определимые и неопределимые, статически противоречивые); по кинематическим свойствам (геометрически изменяемые и неизменяемые, мгновенно изменяемые).</p> <p>Основные положения кинематического анализа (понятия о числе степеней свободы, диске, узле, стержне, шарнире, кратном шарнире). Вывод формул для определения числа степеней свободы и числа избыточных связей.</p> <p>Анализ геометрической структуры. Примеры образования геометрически неизменяемых, геометрически изменяемых и мгновенно – изменяемых систем.</p>
2	Расчёт статически определимых стержневых систем	<p>Определение усилий в многопролётных шарнирных балках, ферм, рам, арках.</p> <p>Порядок расчета многопролетной шарнирной балки, понятие о монтажной (поэтажной) схеме.</p> <p>Классификация ферм. Условия безмоментности стержней. Аналитическое определение усилий от узловой нагрузки из условий равновесия узлов, частей фермы и комбинированным способом. Признаки нулевых стерж-</p>

		<p>ней.</p> <p>Классификация рам по способу опирания, определение опорных реакций. Обобщение понятий внутренних усилий и способы построения эпюр в рамах. Проверки.</p> <p>Типы арок, очертание осей. Вывод формул для определения усилий трехшарнирной арки при расчете на вертикальную нагрузку. Рациональная ось.</p>
3	Теория линий влияния. Основы расчета на временную нагрузку.	<p>Принцип суперпозиции в линейных системах. Понятие о линии влияния. Построение линий влияний усилий в простых балках, МШБ и фермах. Размерности ординат линий влияния. Определение усилий по линиям влияния от различных нагрузок. Определение по линиям влияния опасного положения временной и подвижной нагрузки.</p>
4	Общие теоремы об упругих системах. Определение перемещений.	<p>Понятие о действительной (собственной) и возможной (дополнительной) работах. Теорема о взаимности работ и ее следствия. Принцип возможных перемещений. Групповые силы и обобщенные перемещения. Линейно и нелинейно деформируемые системы, типы нелинейностей. Универсальное обозначение перемещений.</p> <p>Вывод формулы Мора для определения перемещений от всех видов воздействий: нагрузки, смещения связей и изменения температуры. Правило Верещагина для вычисления интегралов Мора. Примеры перемножения эпюр по правилу Верещагина.</p>
5	Расчет статически неопределимых систем методом сил.	<p>Заданная и основная системы. Условия их статической и кинематической эквивалентности. Канонические уравнения метода сил, истолкование и определение коэффициентов и свободных членов уравнений. Их проверки. Построение окончательных эпюр, кинематические проверки. Определение перемещений в статически неопределимых системах (теорема Уманского). Учет симметрии.</p>
6-й семестр		
6	Расчет статически неопределимых систем методом сил.	<p>Рациональный выбор основной системы для расчета неразрезной балки. Уравнение трёх моментов. Кинематический и статический способы построения линий влияния. Особенности очертаний линий влияния изгибающих моментов в зависимости от положения сечения. Понятие об объемлющих (огibaющих) эпюрах и способы их построения..</p>
7	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.	<p>Заданная система. Основная система, способы её образования. Статические условия эквивалентности основной и заданной системы. Вывод канонических уравнений. Построение единичных эпюр для балок с неподвижными концами от нагрузки и смещения опорных связей. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений метода перемещений (два способа). Построение окончательных эпюр, их проверки. Особенности расчета рам с бесконечно жесткими элементами. Учет симметрии.</p>
8	Смешанный метод расчёта	<p>Смешанный метод расчета для систем произвольной структуры. Области рационального применения смешанного метода. Образование основной системы и условия</p>

		эквивалентности ее заданной системы. Вывод канонических уравнений смешанного метода. Смысл особых коэффициентов. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений.
9	Расчёт стержневых систем на устойчивость.	Понятие о потере устойчивости I и II рода. Допущения при составлении разрешающих уравнений. Использование метода перемещений при составлении уравнений устойчивости. Определение критической нагрузки из решения характеристического уравнения.
10	Основные положения матричных методов расчета.	Топология стержневой конструкции. Представление геометрической и физической информации для элементов. Матричные формы записей уравнений равновесия, совместности деформаций и физических соотношений. Матричная форма метода сил и метода перемещений.
11	Основы расчета упругих систем методом конечных элементов (МКЭ).	Основные понятия метода конечных элементов. Виды конечных элементов и условия сопряжения между ними. Получение разрешающих уравнений МКЭ на основе вариационных принципов и прямыми методами. Представление основных зависимостей в матричной форме. Использование локальных и глобальной систем координат. Основные типы конечных элементов (КЭ) и их применение: КЭ для стержня, плоской задачи, КЭ для изгиба плит и др. Вопрос сходимости и источники погрешностей МКЭ.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Металлические конструкции, включая сварку	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Основания и фундаменты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Железобетонные и каменные конструкции	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Нелинейные задачи строительной механики	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Вероятностные методы строительной механики и теория надёжности строительных конструкций	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Теория пластин и оболочек	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	Динамика и устойчивость сооружений	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	Сейсмостойкость сооружений.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	Проектирование специальных сооружений на автомагистралях.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1	Классификация расчётных схем и воздействий. Кинематический и структурный анализ.	4	6	-	6	16
2	Расчёт статически определимых стержневых систем	12	10	-	20	42
3	Теория линий влияния. Основы расчета на временную нагрузку.	4	6	-	16	26
4	Общие теоремы об упругих системах. Определение перемещений.	8	8	-	16	32
5	Расчет статически неопределимых систем методом сил.	8	6	-	14	28
6	Расчет неразрезных статически неопределимых балок методом сил.	4	6	4	2	22
7	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.	4	10	2	1	26
8	Смешанный метод расчёта стержневых систем	2	8	2	-	20
9	Основные положения матричных методов расчета.	2	4	2	1	16
10	Основы расчета упругих систем методом конечных элементов (МКЭ).	4	6	6	2	34

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час)
1	1	Кинематический анализ расчетных схем сооружений.	2
2	2	Расчет многопролетной шарнирной балки (МШБ) на постоянную нагрузку. Формирование монтажной схемы, построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.	4
3	2	Определение усилий в стержнях ферм от постоянной нагрузки аналитическими методами (вырезания узлов, проекций, моментных точек, комбинированным методом).	2
4	2	Построение эпюр усилий для статически определимых рам. Проверки эпюр. Учет симметрии при расчете рам.	4
5	2	Расчет трехшарнирной арки на вертикальную нагрузку.	2
6	3	Построение линий влияния опорных реакций, поперечных сил и изгибающих моментов для МШБ. Определение усилий по линиям влияния от действия постоянной и временной нагрузок.	4
7	3	Построение линий влияния усилий в стержнях ферм. Определение усилий по линиям влияния от действия постоянной и временной нагрузок.	4
8	4	Определение перемещений от нагрузки. Использование правила Верещагина для определения перемещений.	6
9	4	Определение перемещений от изменения температуры и смещения опор.	2

10	5	Расчет статически неопределимой рамы методом сил на действие заданной нагрузки. Промежуточные и окончательные проверки.	4
11	5	Расчет статически неопределимой рамы методом сил на действие изменения температуры и смещения опор. Учет симметрии.	2
12	5	Расчет неразрезной балки на постоянную нагрузку и смещение опор с помощью уравнений трех моментов.	6
13	6	Расчет статически неопределимых рам методом перемещений на действие заданной нагрузки.	8
14	7	Расчет статически неопределимой рамы смешанным методом на заданную нагрузку.	4
15	8	Матричное представление основных уравнений строительной механики (уравнений равновесия, совместности деформаций и физических соотношений) для плоской стержневой системы.	8
16	9	Пример расчета плоской стержневой системы с изгибаемыми элементами методом конечных элементов. Формирование глобальной матрицы жесткости стержневой системы, учет условий закрепления.	8

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Трудоемкость (час)
1	6	Расчет неразрезной балки с помощью уравнений трех моментов, построение линий влияния изгибающих моментов в заданных сечениях, построение объемлющих эпюр на ЭВМ	4
2	7	Формирование таблицы метода перемещений методом сил.	2
3	8	Решение задач по выбору методов расчёта статически неопределимых стержневых систем.	2
4	9	Выполнение расчета статически неопределимых рам с использованием основных положений матричных методов.	2
5	10	Получение матриц жесткости и матриц перехода от локальной к глобальной системе координат для стержневого конечного элемента с различными условиями закрепления. Создание конечноэлементной схемы сооружений в современных вычислительных комплексах «MicroFE», «LIRA» или «SCAD» для выполнения расчетов на заданную нагрузку.	6

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

№ п / п	Компетенция (общепрофессиональная - ОПК)	Форма контроля	семестр
1	-владением эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-2)	Курсвые работы №1-3 (КР) Экзамены.	5
2	-способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на информационной и библиографической культуре с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-3)	Курсвые работы №1-3 (КР) Экзамены	3
3	-использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-6)	Курсвые работы №1-3 (КР) Экзамены .	3
	-способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7)	Курсвые работы №1-3 (КР) Экзамены	

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Де-скрип-тор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля		
		КР	УПР	Допуск
Знает	основные методы и практические приемы расчета реальных конструкций и их элементов из различных материалов на различные воздействия (ОПК-6, ОПК-7).	+	+	+
Умеет	грамотно составить расчетную схему сооружения, произвести ее кинематический анализ, выбрать наиболее рациональный метод расчета при различных воздействиях, найти распределение усилий и напряжений, обеспечить необходимую проч-	+	+	+

	ность и жесткость его элементов с учетом реальных свойств конструкционных материалов, используя современную вычислительную технику (ОПК-6, ОПК-7).			
Владеет	навыками проведения кинематического анализа расчетной схемы сооружения; определения внутренних усилий, напряжений и перемещений в элементах статически определимых и неопределимых систем современными методами при различных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7).	+	+	+

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются на экзаменах осеннего и весеннего семестрах по пятибальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Де-скрип-тор компетен-ции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Фундаментальные основы строительной механики, включая определение усилий и перемещений в многопролётных шарнирных балках, фермах, рамах, арках, статически неопределимых рамах, неразрезных балках и двухшарнирных арках, основы расчета на временную нагрузку, технику построения линий влияния усилий в статически определимых стержневых системах статическим и кинематическим способами, основы расчета упругих систем методом конечных элементов (МКЭ). (ОПК-6, ОПК-7).	Отлично	Полное или почти полное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные РПР на оценки «отлично».
Умеет	Самостоятельно использовать практические методы расчета сооружений и его элементов для построения эпюр распределения внутренних усилий, перемещений сечений и построения линий влияния интересующих величин в строительных конструкциях. Рас-		

	ширять свои познания в области строительной механики (ОПК-6, ОПК-7).		
Владеет	Уверенными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета расчетных схем сооружений и оценки устойчивости элементов сооружения (ОПК-6, ОПК-7).		
Знает	В большей мере знает фундаментальные основы строительной механики, включая определение усилий и перемещений в многопролётных шарнирных балках, фермах, рамах, арках, статически неопределимых рамах, неразрезных балках и двухшарнирных арках, основы расчета на временную нагрузку, технику построения линий влияний усилий в статически определимых стержневых системах статическим и кинематическим способами, основы расчета упругих систем методом конечных элементов (ОПК-6, ОПК-7).	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные РПР на оценки «хорошо».
Умеет	Самостоятельно использовать практические методы расчета сооружений и его элементов для построения эпюр распределения внутренних усилий, перемещений сечений и построения линий влияния интересующих величин в строительных конструкциях. Расширять свои познания в области строительной механики (ОПК-6, ОПК-7).		
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции (ОПК-6, ОПК-7).		
Знает	Удовлетворительно знает фундаментальные основы строительной механики, включая определение усилий и перемещений в многопролётных шарнирных балках, фермах, рамах, арках, статически неопределимых рамах, неразрезных балках и двухшарнирных арках, основы расчета на временную нагрузку, технику построения линий влияний усилий в статически определимых стержневых системах статическим и кинематическим способами, основы расчета упругих систем методом конечных элементов (ОПК-6, ОПК-7).	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Удовлетворительные выполненные РПР.
Умеет	С ошибками использует практические методы расчета и оценки устойчивости элемен-		

	тов строительных конструкции (ОПК-6, ОПК-7).		
Владеет	С ошибками владеет навыками и основными методами решения стандартных задач расчета расчетных схем сооружений и устойчивости элементов сооружений (ОПК-6, ОПК-7).		
Знает	Не знает основ строительной механики, включая строительной механики, включая определение усилий и перемещений в многопролётных шарнирных балках, фермах, рамах, арках, статически неопределимых рамах, неразрезных балках и двухшарнирных арках, основы расчета на временную нагрузку, технику построения линий влияний усилий в статически определимых стержневых системах статическим и кинематическим способами, основы расчета упругих систем методом конечных элементов (ОПК-6, ОПК-7).	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Неудовлетворительно выполненные РПР.
Умеет	Не может самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкции и простейших рам. (ОПК-6, ОПК-7).		
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета и устойчивости элементов сооружений владеет с трудом (ОПК-6, ОПК-7).		
Знает	Не знает фундаментальных основ строительной механики, включая определение усилий и перемещений в многопролётных шарнирных балках, фермах, рамах, арках, статически неопределимых рамах, неразрезных балках и двухшарнирных арках, основы расчета на временную нагрузку, технику построения линий влияний усилий в статически определимых стержневых системах статическим и кинематическим способами, основы расчета упругих систем методом конечных элементов (ОПК-6, ОПК-7).	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Не выполненные РПР.
Умеет	Не умеет самостоятельно использовать практические методы расчета расчетных схем сооружений м (ОПК-6, ОПК-7).		
Владеет	Не владеет навыками и основными методами решения стандартных задач по расчету расчетных схем сооружений и проверки		

	устойчивости конструкции (ОПК-6, ОПК-7).		
--	--	--	--

7.3. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

Текущий контроль успеваемости осуществляется на практических занятиях: в виде опроса теоретического материала и умения применять его к решению задач у доски, в виде проверки выполнения КР и упражнений, в виде решения простейших задач по соответствующим темам.

Промежуточный контроль осуществляется путем выполнения и отчета по КР, который состоит из теоретической (основы теории) и практической (решение простейших задач) частей. Варианты курсовых работ выдаются каждому студенту индивидуально.

8. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

КР № 1 «Расчет статически определимых стержневых систем на неподвижную нагрузку»

КР № 2 «Расчет статически определимых стержневых систем на подвижную нагрузку».

6-й семестр

КР № 3 «Расчет статически неопределимых стержневых систем на подвижную нагрузку».

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Вопросы для подготовки к экзамену за осенний семестр

1. Понятие о расчётной схеме конструкции. Модели материала, формы, связей и нагрузок. Типы опорных связей. Основные допущения статики стержневых систем. Классификация расчётных схем.
2. Кинематический анализ плоских стержневых систем. Связь между статическими и кинематическими свойствами расчётных схем. Определение числа степеней свободы и числа избыточных связей расчётной схемы. Понятия: диска, узла, стержня, простого и кратного шарниров. Фиктивный шарнир. Структурный анализ. Признаки образования геометрически неизменяемых систем.
3. Определение усилий в многопролётных шарнирных балках (МШБ) от постоянных нагрузок. Кинематический анализ. Монтажная схема. Определение опорных реакций и построение эпюр усилий.
4. Понятие о ферме. Классификация ферм. Обозначения элементов ферм. Кинематический анализ. Определение опорных реакций. Аналитические методы определения усилий в стержнях плоских статически определимых ферм. Признаки выделения «нулевых» стержней.
5. Понятие о линиях влияния. Построение линий влияния опорных реакций, поперечных сил и изгибающих моментов в простых балках и МШБ статическим способом. Понятие о построении линий влияния кинематическим способом.
6. Построение линий влияния усилий в стержнях плоских ферм. Отличия линий влияния при езде понизу и поверху.
7. Определение усилий по линиям влияния от различных нагрузок: от сосредоточенной силы; от группы сил; от распределённой нагрузки; от сосредоточенного момента. Определение экстремальных значений усилий по линиям влияния от подвижных и временных нагрузок.
8. Определение усилий в плоских статически определимых рамах. Классификация рам. Кинематический анализ. Обобщение понятий M , Q , N , правило знаков. Определение опорных реакций. Построение эпюр усилий и их статические проверки. Использование симметрии при расчёте рам.

9. Понятие арки, распора. Классификация арок. Определение усилий в трёхшарнирной арке. Сопоставление с балкой. Определение опорных реакций и построение эпюр усилий. Понятие о рациональном очертании оси арки.
10. Элементы теории перемещений. Понятия о линейно и нелинейно деформируемых системах. Принцип суперпозиции. Собственная и дополнительная работа внешних сил. Групповые силы и обобщённые перемещения. Принцип возможных перемещений. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений. Универсальное обозначение перемещений.
11. Дополнительная работа внутренних сил. Формулы Мора для определения перемещений от нагрузки, изменения температуры и заданного смещения опорных связей. Правило Верещагина для вычисления интегралов при использовании формулы Мора.
12. Определение усилий в плоских статически неопределимых стержневых системах методом сил. Кинематический анализ, определение числа избыточных связей. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил и их смысл. Определение коэффициентов и свободных членов и их проверки. Построение окончательных эпюр усилий и их проверки.
13. Особенности расчёта рам методом сил на изменение температуры и смещения опорных связей. Учёт симметрии. Группировки неизвестных при выборе рациональных основных систем метода сил. Теорема Уманского.

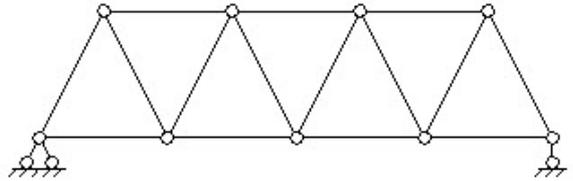
9.2 Вопросы для подготовки к экзамену за весенний семестр

1. Определение усилий в плоских статически неопределимых стержневых системах методом перемещений. Кинематический анализ, определение степени кинематической неопределимости. Основная система. Канонические уравнения метода перемещений и их смысл. Определение коэффициентов и свободных членов. Построение окончательных эпюр усилий и их проверки.
2. Учёт симметрии при расчёте рам методом перемещений. Расчёт рам с бесконечно жёсткими элементами. Комбинированный метод расчёта симметричных рам.
3. Сопоставление метода сил и метода перемещений (на примере рамы). Определение усилий в плоских статически неопределимых стержневых системах смешанным методом. Выбор основной системы. Канонические уравнения смешанного метода и их смысл.
4. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений смешанного метода и их проверки. Построение окончательных эпюр усилий и их проверки.
5. Неразрезные балки. Определение усилий от постоянных нагрузок. Кинематический анализ. Выбор основной системы. Вывод уравнений трёх моментов и их смысл. Построение окончательных эпюр усилий и определение опорных реакций. Определение усилий в неразрезных балках от осадки опор.
6. Объемлющие эпюры изгибающих моментов в неразрезной балке от временной нагрузки. Построение объемлющих эпюр от совместного действия постоянных и временных нагрузок. Пример практического применения объемлющих эпюр.
7. Топология стержневой конструкции. Представление геометрической и физической информации для элементов. Матричные формы записей уравнений равновесия, совместности деформаций и физических соотношений.
8. Виды конечных элементов и условия сопряжения между ними. Представление основных зависимостей в матричной форме. Использование локальных и глобальной систем координат. Основные типы конечных элементов и их применение: КЭ для стержня, плоской задачи, КЭ для изгиба плит.

9.3 Тесты контроля качества усвоения дисциплины

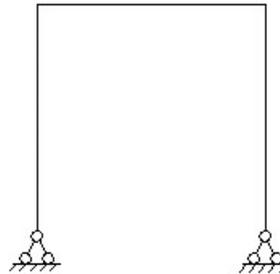
1. К какому виду относится изображенная на рисунке стержневая система?

- 1) балка;
- 2) рама;
- 3) ферма;
- 4) арка;
- 5) комбинированная система

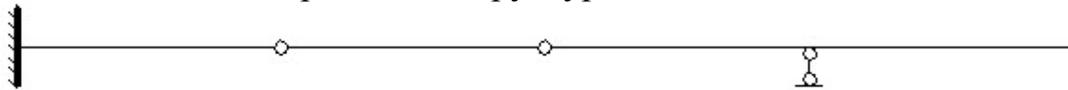


2. Определите число избыточных связей стержневой системы

- 1) 3; 2) 0; 3) 1; 4) 5; 5) 2



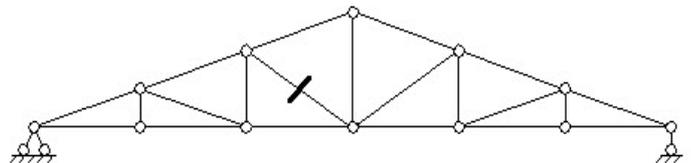
3. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение



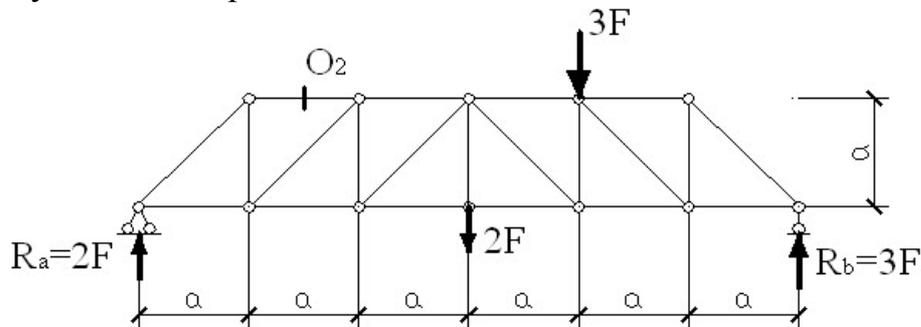
- 1) геометрически изменяемая;
- 2) мгновенно изменяемая;
- 3) геометрически неизменяемая

4. Какой метод следует применять для определения усилия в отмеченном стержне аналитическим путем?

- 1) метод проекций;
- 2) метод моментных точек (метод Риттера);
- 3) метод вырезания узлов;
- 4) комбинированный метод



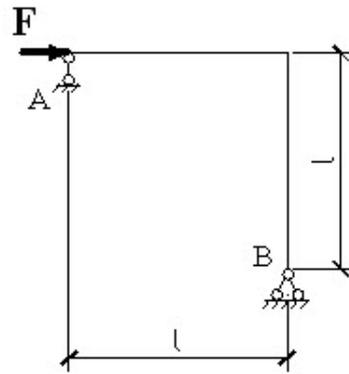
5. Определите усилие в стержне O_2



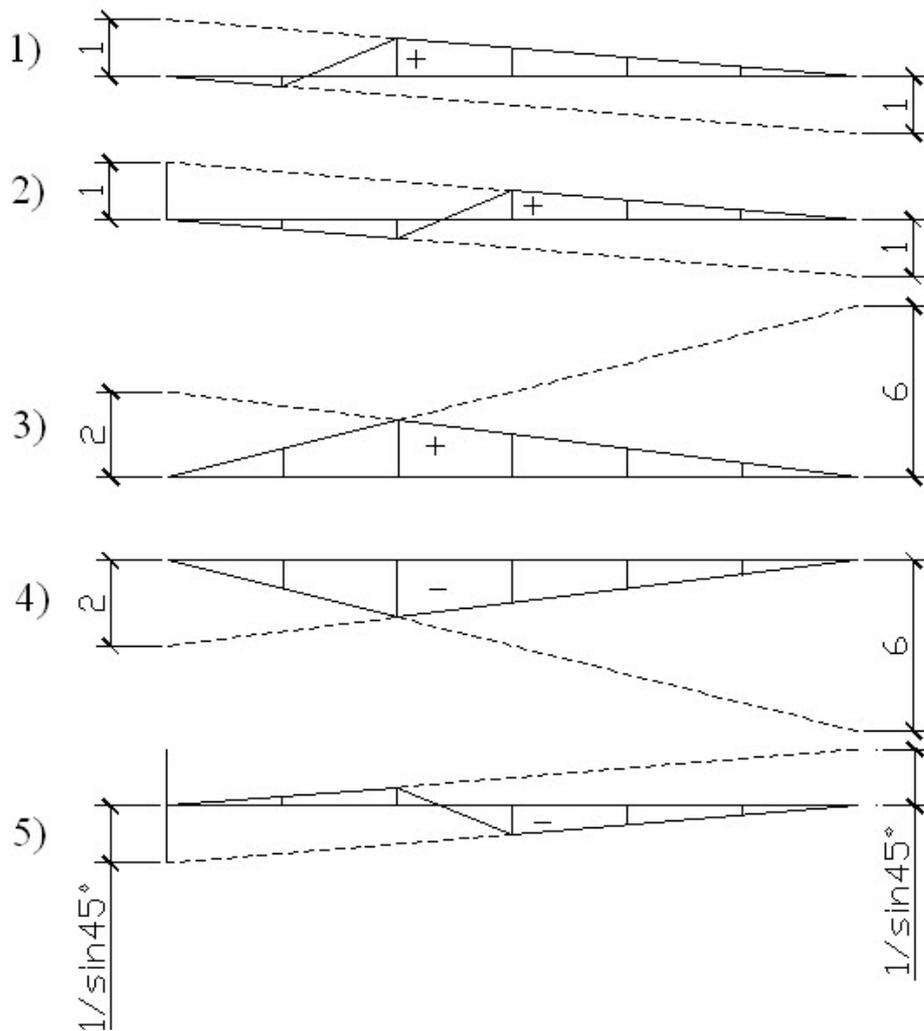
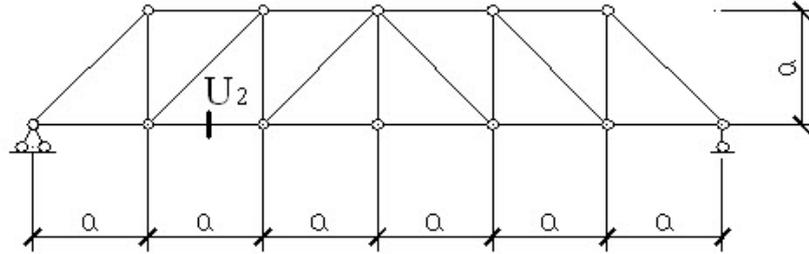
- 1) 0; 2) $-F$; 3) $-2F$; 4) $1.5F$; 5) $2F$

6. Определите реакцию опоры A

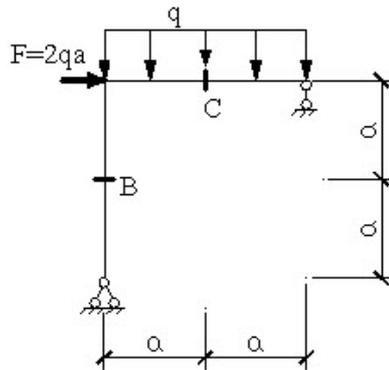
- 1) $3F$; 2) $0.5F$; 3) $2F$; 4) 0 ; 5) $-F$



7. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне U_2

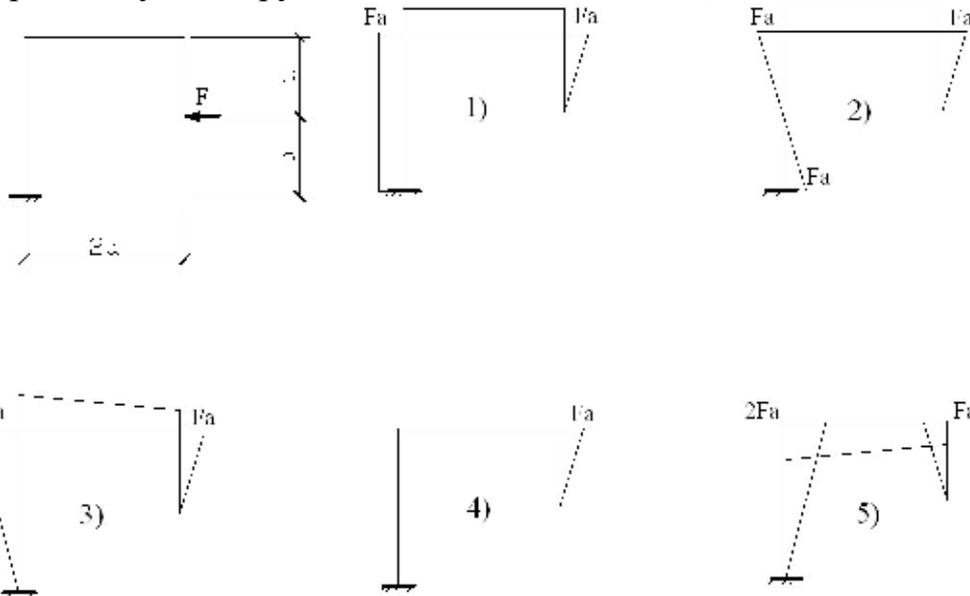


8. Определите поперечную силу в сечении B



- 1) qa ; 2) $3qa$; 3) $0.5qa$; 4) $1.5qa$; 5) $2qa$

9. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



10. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения горизонтального перемещения сечения A

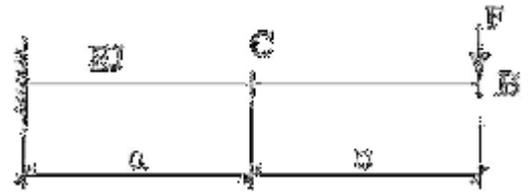


11. Укажите уравнения трех моментов для расчета неразрезной балки на действие заданной нагрузки

- 1) $\Delta_i = \sum \int \frac{Mm_i}{EI} ds$; 2) $\Delta_i = \sum \alpha \int m_i \Delta t' ds + \sum \alpha \int n_i \Delta t_0 ds$;
- 3) $\Delta_i = -\sum_{j=1}^n r_{ji} c_j$; 4) $l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1} x_{n+1} = -6 \left(\frac{S_n^A}{l_n} + \frac{S_n^B}{l_{n+1}} \right)$;
- 5) $l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1} x_{n+1} = -6EI(\Theta_{n+1} + \Theta_n)$

12. Определите угол поворота сечения C, используя правило Верещагина

- 1) $\frac{2Fa^2}{3EI}$; 2) $\frac{3Fa^2}{2EI}$; 3) $\frac{4Fa^2}{2EI}$; 4) $\frac{5Fa^2}{4EI}$; 5) $\frac{3Fa^2}{4EI}$



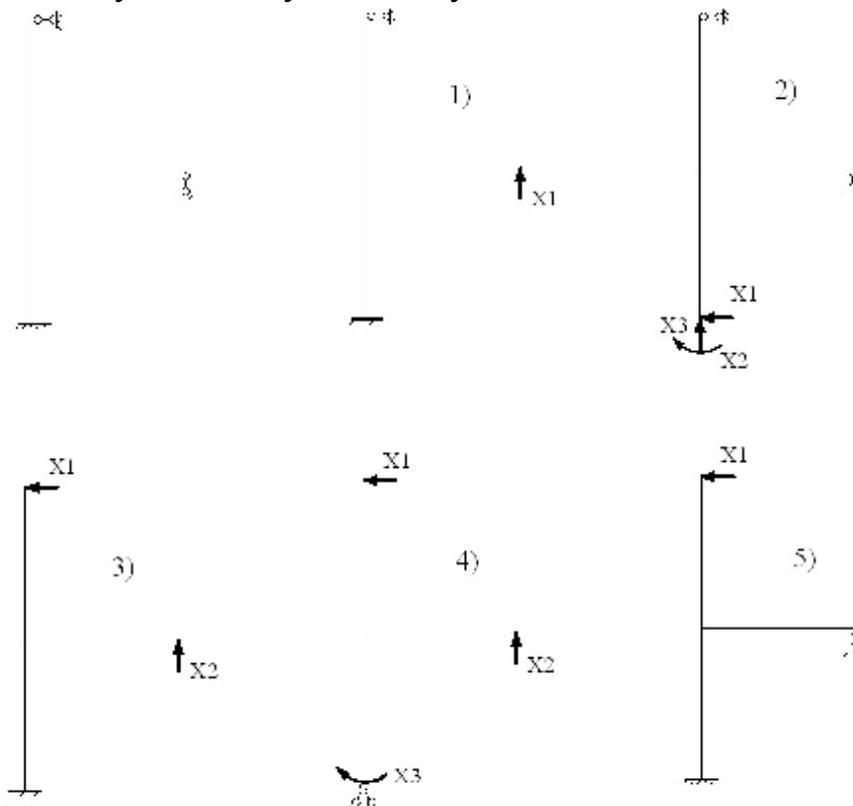
13. Назовите основные неизвестные при расчете неразрезной балки

- 1) усилия и реакции в избыточных связях;
- 2) перемещения узлов;
- 3) реакции в избыточных связях и перемещения узлов;
- 4) перемещения по направлению отброшенных связей;
- 5) реакции наложенных связей

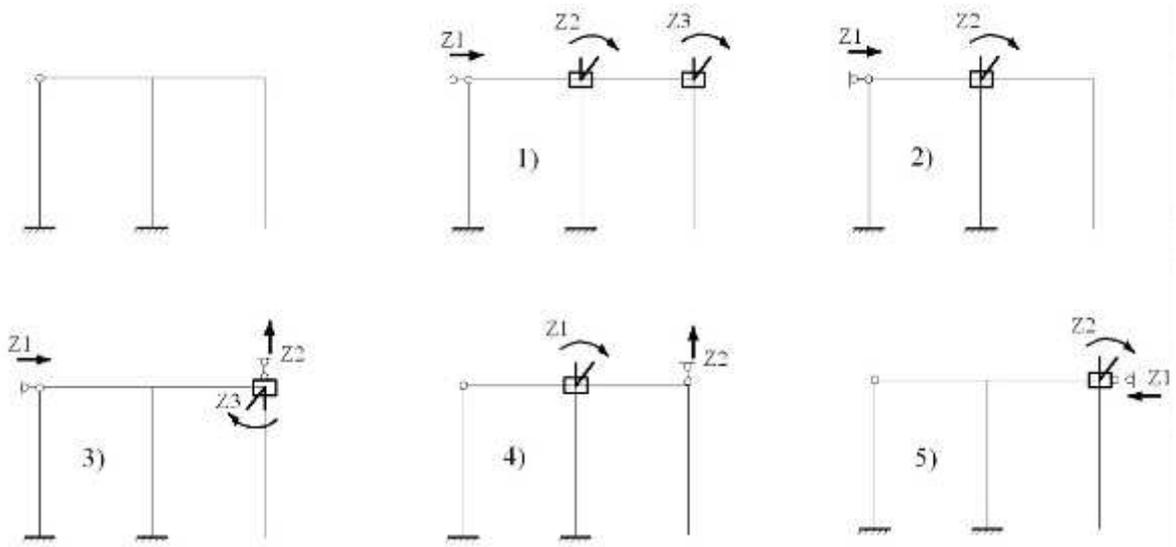
14. Укажите правильную формулировку физического смысла свободных членов канонических уравнений метода перемещений

- 1) перемещения по направлению отброшенных связей от нагрузки;
- 2) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных значений основных неизвестных;
- 3) реакции наложенных связей от нагрузки;
- 4) реакции наложенных связей от единичных смещений;
- 5) реакции наложенных связей от единичных силовых факторов, приложенных по направлению отброшенных связей;
- 6) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных смещений наложенных связей

15. Выберите правильную основную систему метода сил



16. Выберите правильную основную систему метода перемещений



17. К какому виду относится изображенная на рисунке стержневая система?

- 1) балка;
- 2) рама;
- 3) ферма;
- 4) арка;
- 5) комбинированная система



18. Определите число избыточных связей стержневой системы

- 1) 3;
- 2) 0;
- 3) 1;
- 4) 5;
- 5) 2



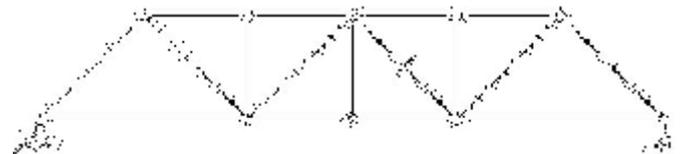
19. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение

- 1) геометрически изменяемая;
- 2) мгновенно изменяемая;
- 3) геометрически неизменяемая.



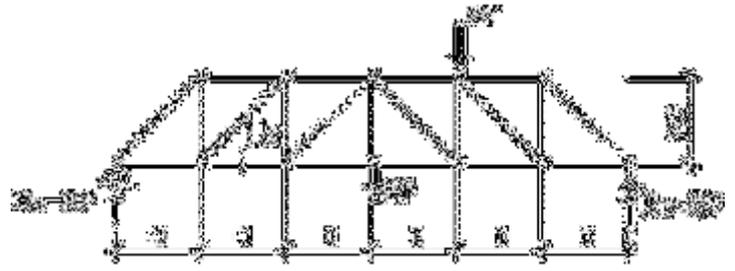
20. Какой метод следует применять для определения усилия в отмеченном стержне аналитическим путем?

- 1) метод проекций;
- 2) метод моментных точек (метод Риттера);
- 3) метод вырезания узлов;
- 4) комбинированный метод



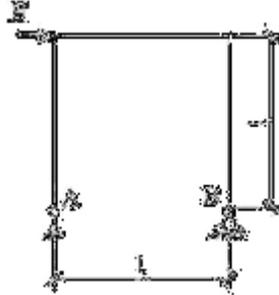
21. Определите усилие в стержне U_2

- 1) $2F$; 2) $-3F$; 3) 0 ; 4) $1.5F$; 5) $-0.5F$



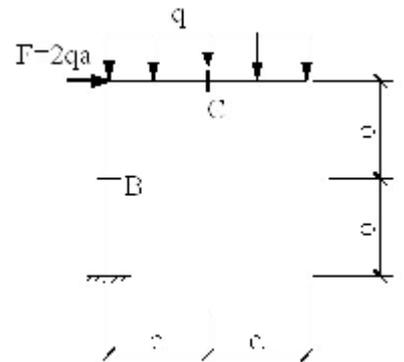
22. Определите вертикальную составляющую опорной реакции в опоре B

- 1) 0 ; 2) F ; 3) $2F$; 4) $0.5F$; 5) $3F$



23. Определите изгибающий момент в сечении C

- 1) 0 ; 2) $4qa^2$; 3) $2.5qa^2$; 4) $0.5qa^2$; 5) $3qa^2$



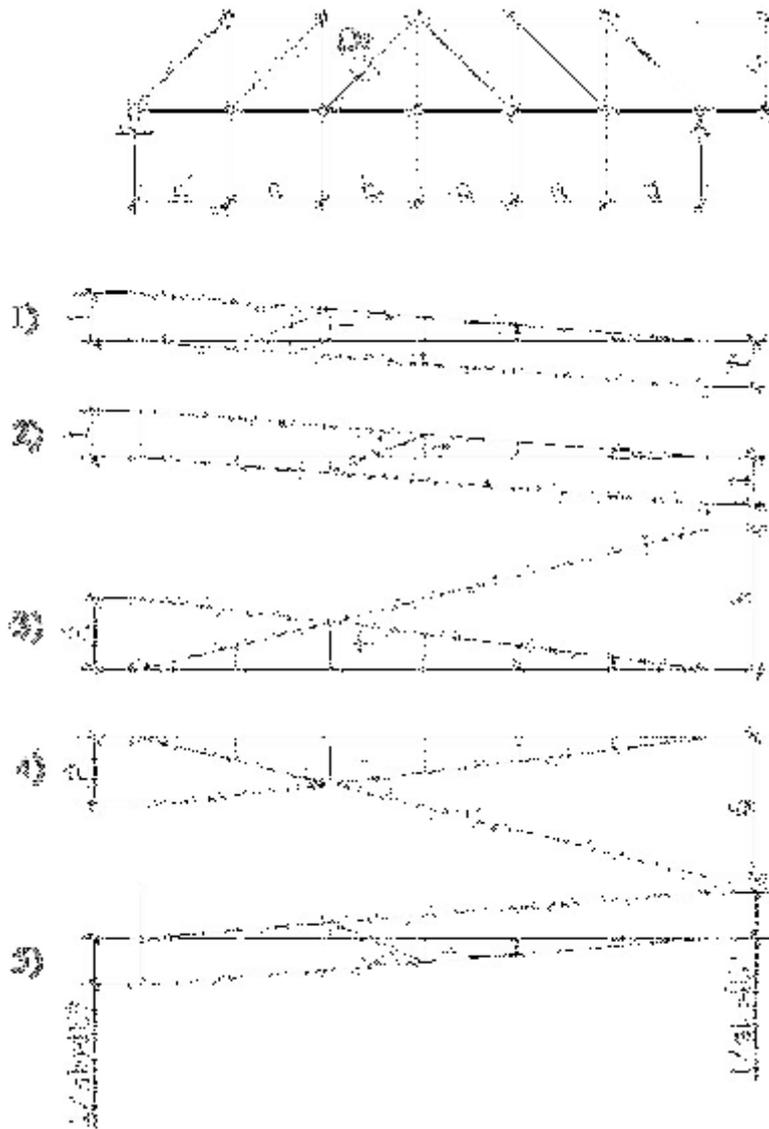
24. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения взаимного смещения сечений A и B



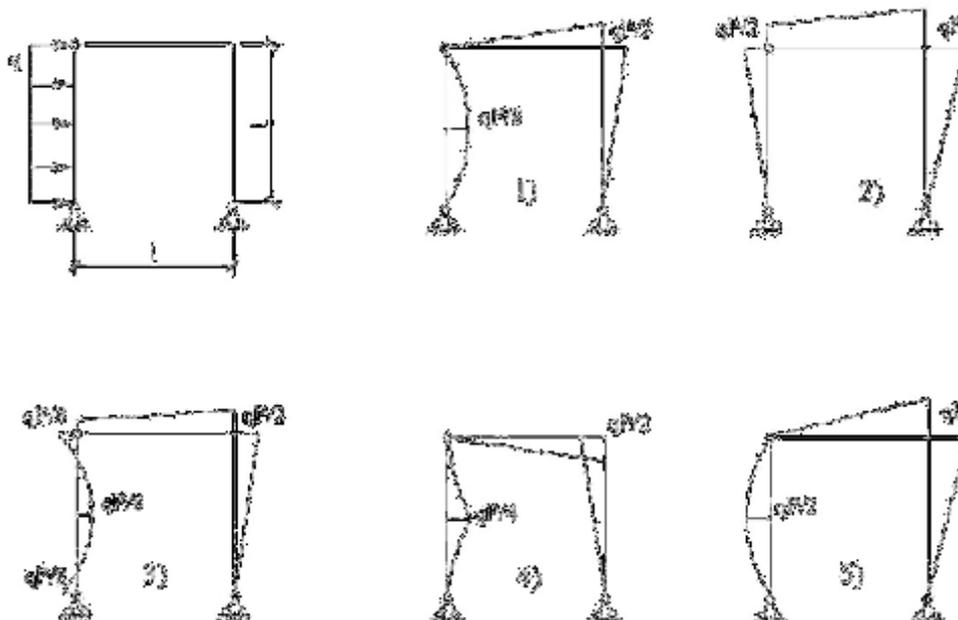
25. Укажите уравнения трех моментов для расчета неразрезной балки на действие заданной нагрузки

- 1) $\Delta_i = \sum \int_l \frac{Mm_i}{EI} ds$; 2) $\Delta_i = \sum \alpha \int_l m_i \Delta t' ds + \sum \alpha \int_l n_i \Delta t_0 ds$;
 3) $\Delta_i = -\sum_{j=1}^n r_{ji} c_j$; 4) $l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1}x_{n+1} = -6 \left(\frac{S_n^A}{l_n} + \frac{S_n^B}{l_{n+1}} \right)$;
 5) $l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1}x_{n+1} = -6EI(\Theta_{n+1} + \Theta_n)$

26. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне D_3

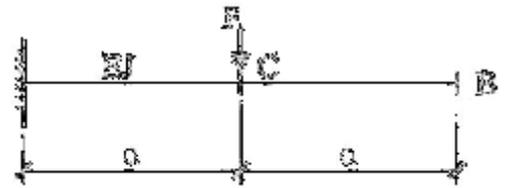


27. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



28. Определите вертикальное перемещение точки B , используя правило Верещагина

- 1) $\frac{5Fa^3}{6EI}$; 2) $\frac{5Fa^3}{3EI}$; 3) $\frac{2Fa^3}{3EI}$; 4) $\frac{4Fa^3}{3EI}$; 5) $\frac{4Fa^3}{5EI}$



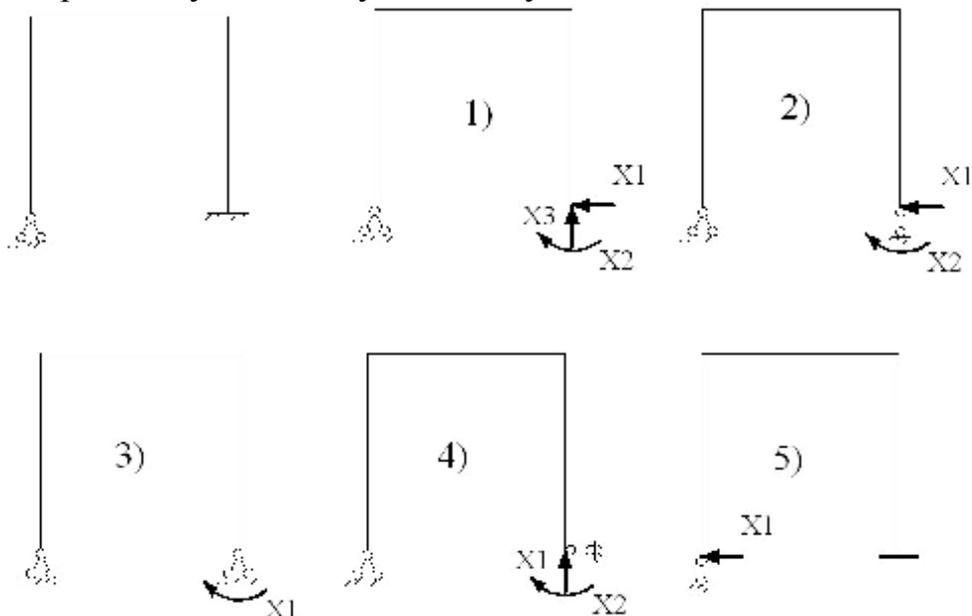
29. Укажите правильную формулировку физического смысла специальных коэффициентов r'_{ki} смешанного метода

- 1) перемещения по направлению отброшенных связей от нагрузки;
- 2) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных значений основных неизвестных;
- 3) реакции наложенных связей от нагрузки;
- 4) реакции наложенных связей от единичных смещений;
- 5) реакции наложенных связей от единичных силовых факторов, приложенных по направлению отброшенных связей

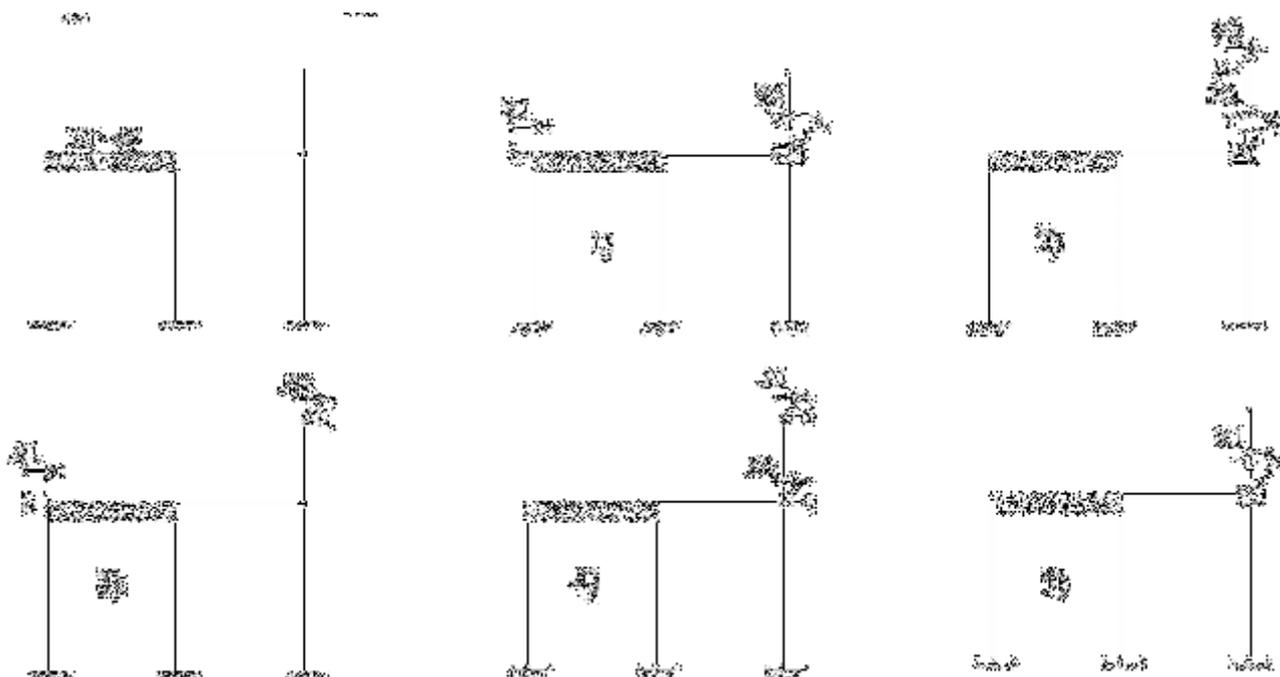
30. Укажите правильную формулировку физического смысла свободных членов канонических уравнений метода сил

- 1) перемещения по направлению отброшенных связей от нагрузки;
- 2) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных значений основных неизвестных;
- 3) реакции наложенных связей от нагрузки;
- 4) реакции наложенных связей от единичных смещений;
- 5) реакции наложенных связей от единичных силовых факторов, приложенных по направлению отброшенных связей;
- 6) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных смещений наложенных связей

31. Выберите правильную основную систему метода сил

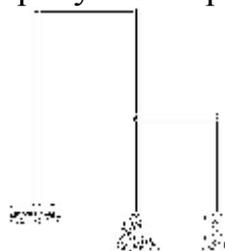


32. Выберите правильную основную систему метода перемещений



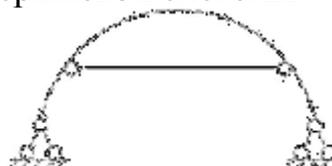
33. К какому виду относится изображенная на рисунке стержневая система?

- 1) балка;
- 2) рама;
- 3) ферма;
- 4) арка;
- 5) комбинированная система



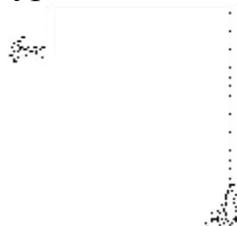
34. Определите число избыточных связей стержневой системы

- 1) 3;
- 2) 0;
- 3) 1;
- 4) 5;
- 5) 2



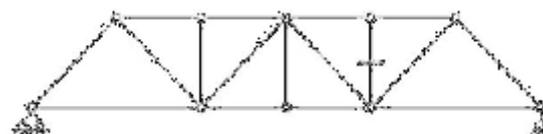
35. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение

- 1) геометрически изменяемая;
- 2) мгновенно изменяемая;
- 3) геометрически неизменяемая



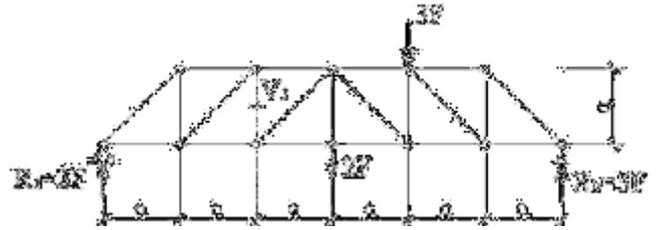
36. Какой метод следует применять для определения усилия в отмеченном стержне аналитическим путем?

- 1) метод проекций;
- 2) метод моментных точек (метод Риттера);
- 3) метод вырезания узлов;
- 4) комбинированный метод



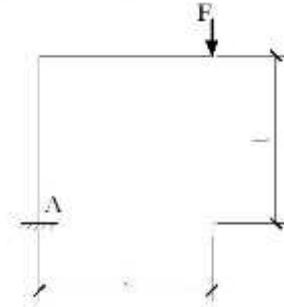
37. Определите усилие в стержне V_2

- 1) $3F$; 2) 0 ; 3) $2F$; 4) $4F$; 5) $2.5F$



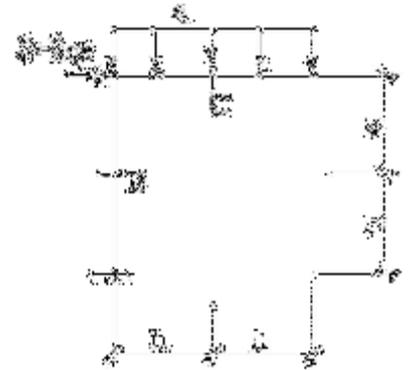
38. Определите опорный момент в заделке A

- 1) 0 ; 2) $0.5Fl$; 3) Fl ; 4) $1.5Fl$; 5) $2Fl$

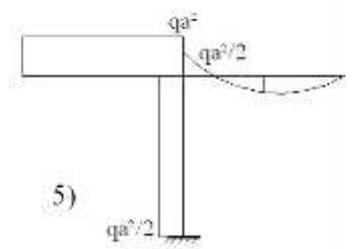
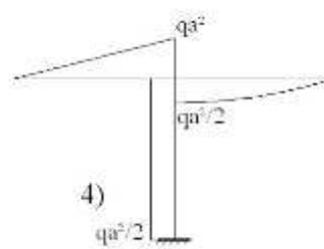
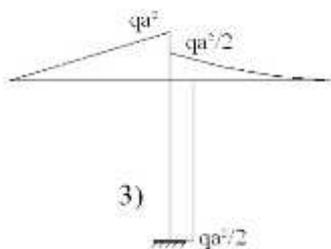
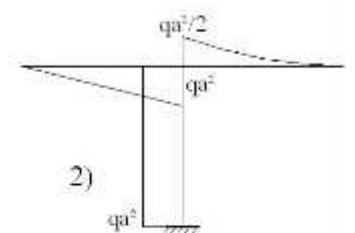
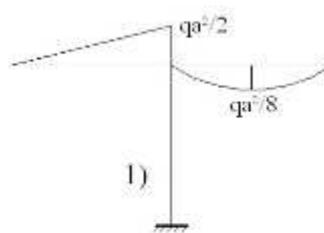
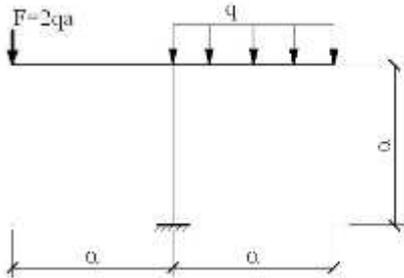


39. Определите изгибающий момент в сечении B

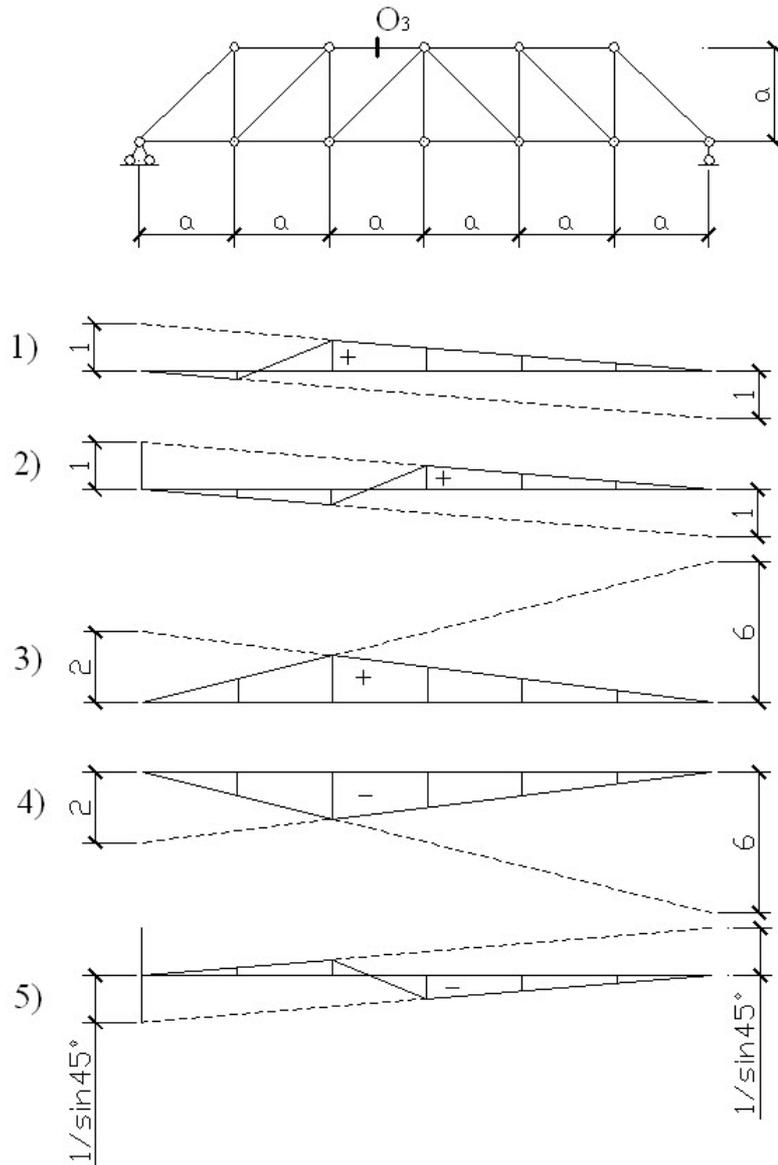
- 1) 0 ; 2) $4qa^2$; 3) $2.5qa^2$; 4) $0.5qa^2$; 5) $3qa^2$



40. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



41. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне O_3



42. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения взаимного угла поворота сечений A и B

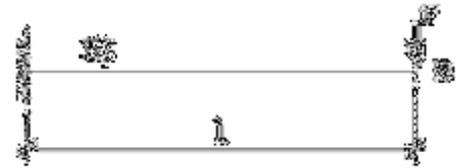


43. Укажите формулу Мора для определения перемещений от действия заданной нагрузки

- 1) $\Delta_i = \sum \int \frac{Mm_i}{EI} ds$;
- 2) $\Delta_i = \sum \alpha \int m_i \Delta t' ds + \sum \alpha \int n_i \Delta t_0 ds$;
- 3) $\Delta_i = -\sum_{j=1}^n r_{ji} c_j$;
- 4) $l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1} x_{n+1} = -6 \left(\frac{S_n^A}{l_n} + \frac{S_n^B}{l_{n+1}} \right)$;
- 5) $l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1} x_{n+1} = -6EI(\Theta_{n+1} + \Theta_n)$

44. Определите угол поворота сечения B , используя правило Верещагина

- 1) $\frac{Fl^2}{4EI}$; 2) $\frac{Fl^2}{EI}$; 3) $\frac{Fl^2}{3EI}$; 4) $\frac{3Fl^2}{4EI}$; 5) $\frac{Fl^2}{2EI}$



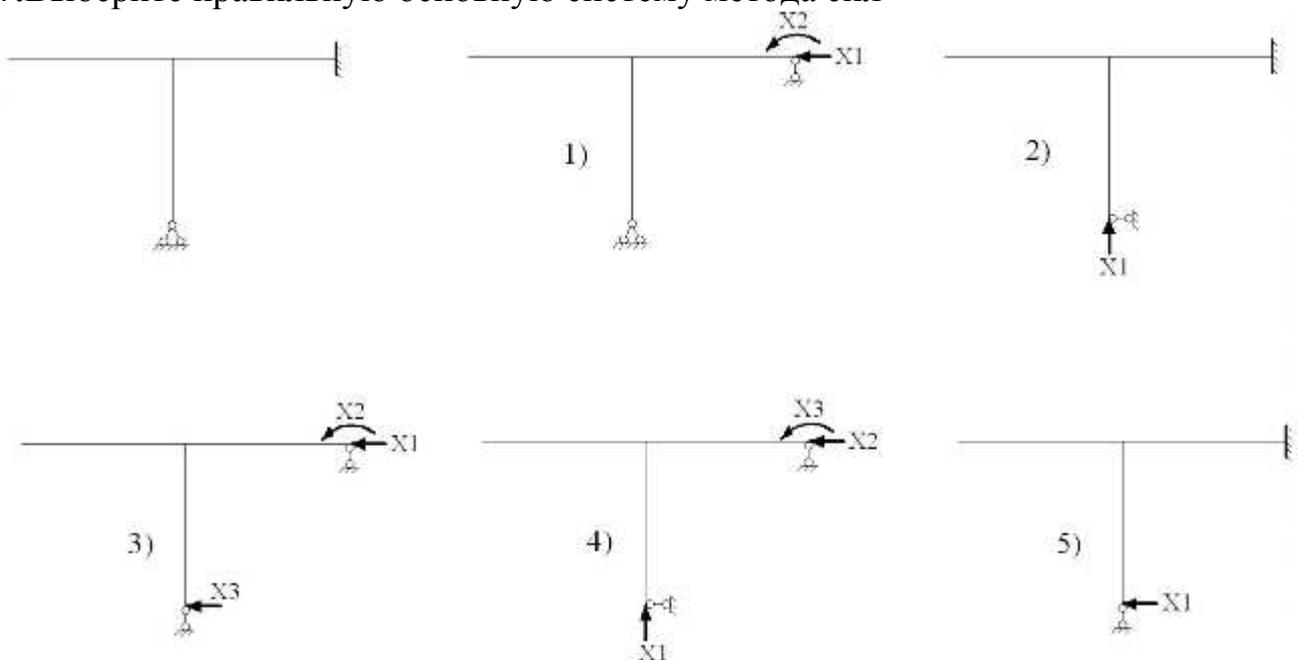
45. Назовите основные неизвестные смешанного метода

- 1) усилия и реакции в избыточных связях;
- 2) перемещения узлов;
- 3) реакции в избыточных связях и перемещения узлов;
- 4) перемещения по направлению отброшенных связей;
- 5) реакции наложенных связей

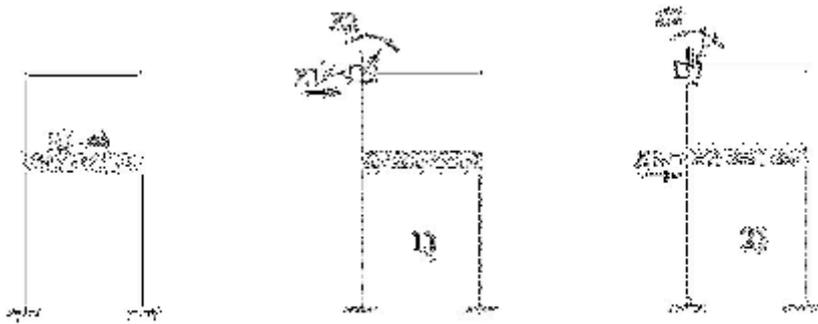
46. Укажите правильную формулировку физического смысла коэффициентов канонических уравнений метода сил

- 1) перемещения по направлению отброшенных связей от нагрузки;
- 2) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных значений основных неизвестных;
- 3) реакции наложенных связей от нагрузки;
- 4) реакции наложенных связей от единичных смещений;
- 5) реакции наложенных связей от единичных силовых факторов, приложенных по направлению отброшенных связей;
- 6) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных смещений наложенных связей

47. Выберите правильную основную систему метода сил

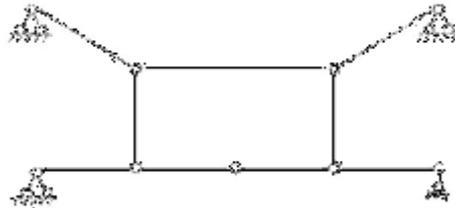


48. Выберите правильную основную систему метода перемещений



49. К какому виду относится изображенная на рисунке стержневая система?

- 1) балка;
- 2) рама;
- 3) ферма;
- 4) арка;
- 5) комбинированная система



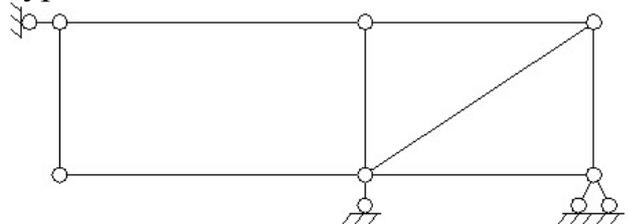
50. Определите число избыточных связей стержневой системы



- 1) 3;
- 2) 0;
- 3) 1;
- 4) 5;
- 5) 2

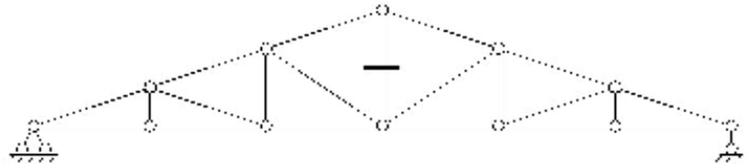
51. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение

- 1) геометрически изменяемая;
- 2) мгновенно изменяемая;
- 3) геометрически неизменяемая



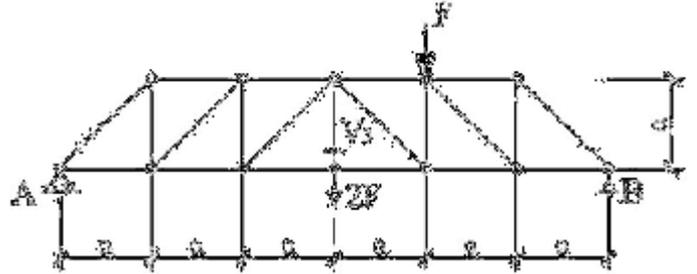
52. Какой метод следует применять для определения усилия в отмеченном стержне аналитическим путем?

- 1) метод проекций;
- 2) метод моментных точек (метод Риттера);
- 3) метод вырезания узлов;
- 4) комбинированный метод



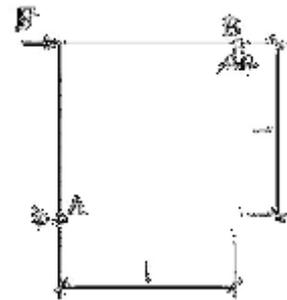
53. Определите усилие в стержне V_3

- 1) 0;
- 2) $2F$;
- 3) F ;
- 4) $4F$;
- 5) $2.5F$



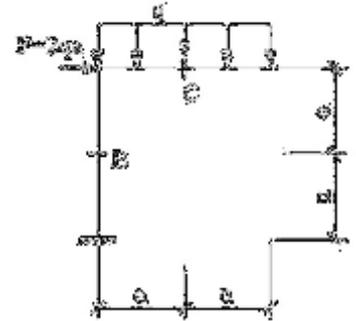
54. Определите вертикальную составляющую опорной реакции в опоре B

- 1) F ;
- 2) $3F$;
- 3) $2F$;
- 4) 0;
- 5) $0.5F$



55. Определите продольную силу в сечении B

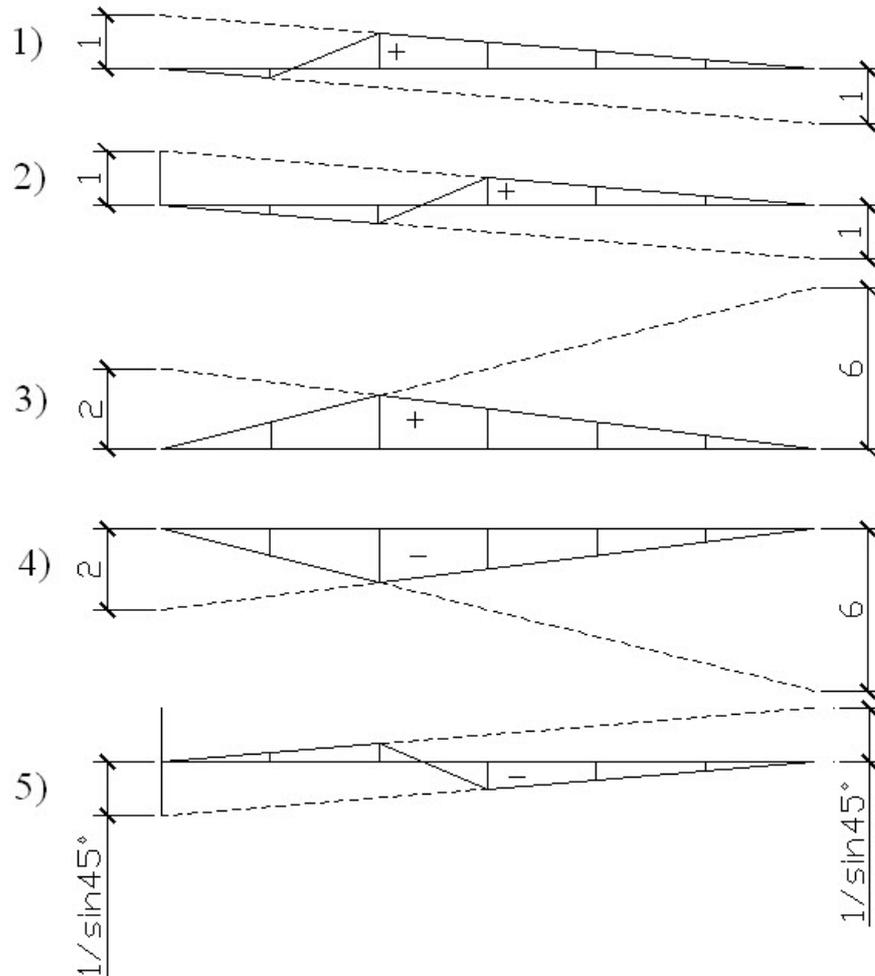
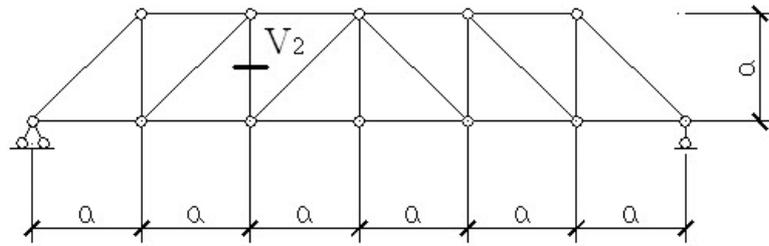
- 1) $-2qa$;
- 2) 0;
- 3) $-3qa$;
- 4) $4qa$;
- 5) $2.5qa$



56. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения вертикального перемещения сечения A



57. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне V_2 при езде поверху



58. Укажите формулу Мора для определения перемещений от действия смещения опор в рамах

$$1) \Delta_i = \sum \int_l \frac{Mm_i}{EI} ds;$$

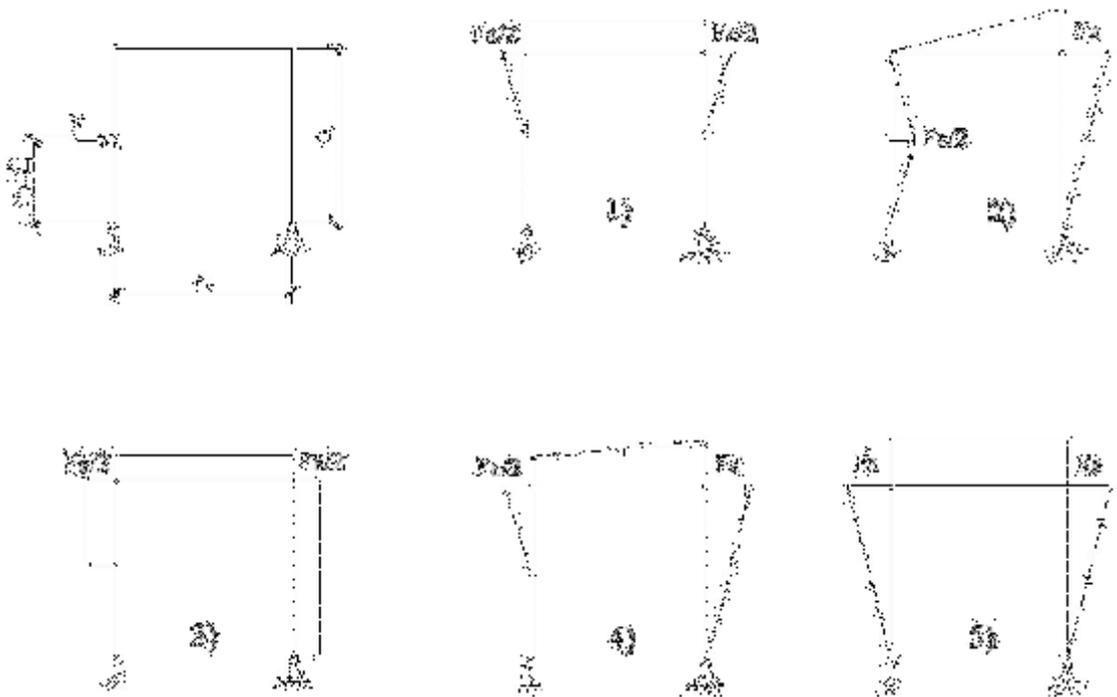
$$2) \Delta_i = \sum \alpha \int_l m_i \Delta t' ds + \sum \alpha \int_l n_i \Delta t_0 ds;$$

$$3) \Delta_i = -\sum_{j=1}^n r_{ji} c_j;$$

$$4) l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1}x_{n+1} = -6 \left(\frac{S_n^A}{l_n} + \frac{S_n^B}{l_{n+1}} \right);$$

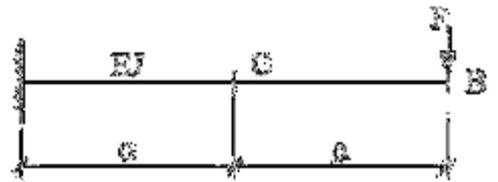
$$5) l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1}x_{n+1} = -6EI(\Theta_{n+1} + \Theta_n)$$

59. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



60. Определите вертикальное перемещение точки C, используя правило Верещагина

- 1) $\frac{5Fa^3}{3EI}$; 2) $\frac{2Fa^3}{3EI}$; 3) $\frac{8Fa^3}{3EI}$; 4) $\frac{4Fa^3}{3EI}$; 5) $\frac{4Fa^3}{5EI}$



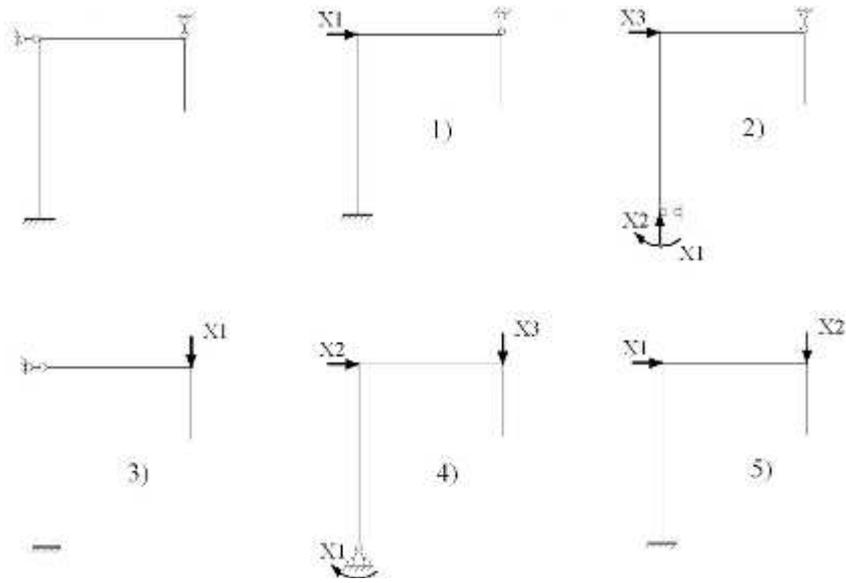
61. Назовите основные неизвестные метода перемещений

- 1) усилия и реакции в избыточных связях;
- 2) перемещения узлов;
- 3) реакции в избыточных связях и перемещения узлов;
- 4) перемещения по направлению отброшенных связей;
- 5) реакции наложенных связей

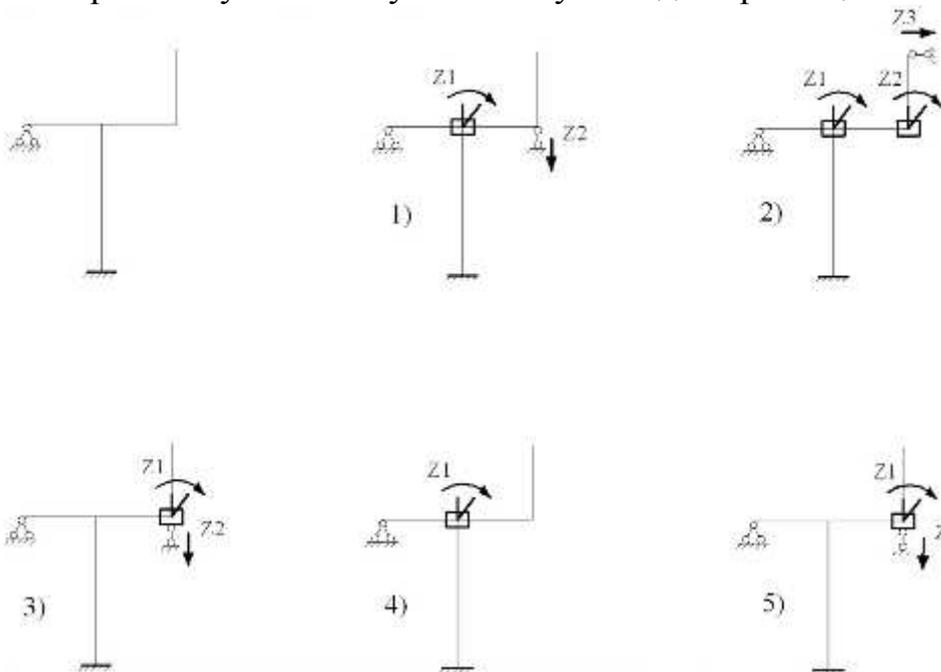
62. Укажите правильную формулировку физического смысла специального коэффициента δ'_{ik} смешанного метода

- 1) перемещения по направлению отброшенных связей от нагрузки;
- 2) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных значений основных неизвестных;
- 3) реакции наложенных связей от нагрузки;
- 4) реакции наложенных связей от единичных смещений;
- 5) реакции наложенных связей от единичных силовых факторов, приложенных по направлению отброшенных связей;
- 6) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных смещений наложенных связей

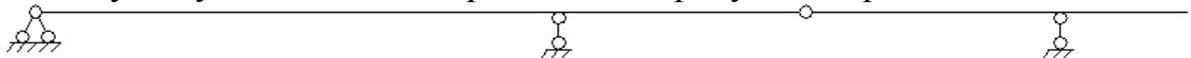
63. Выберите правильную основную систему метода сил



64. Выберите правильную основную систему метода перемещений



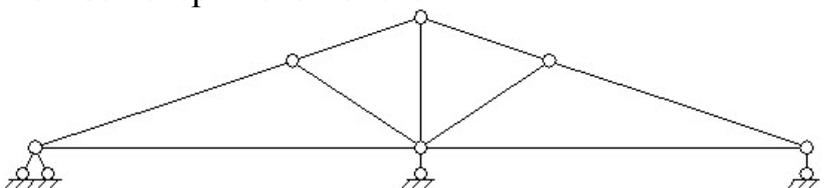
65. К какому виду относится изображенная на рисунке стержневая система?



- 1) балка;
- 2) рама;
- 3) ферма;
- 4) арка;
- 5) комбинированная система

66. Определите число избыточных связей стержневой системы

- 1) 3; 2) 0; 3) 1; 4) 5; 5) 2



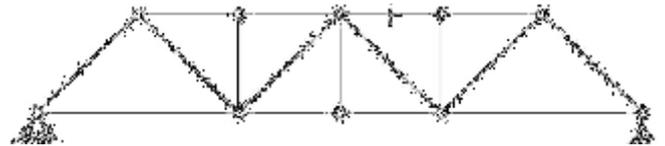
67. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение

- 1) геометрически изменяемая;
- 2) мгновенно изменяемая;
- 3) геометрически неизменяемая



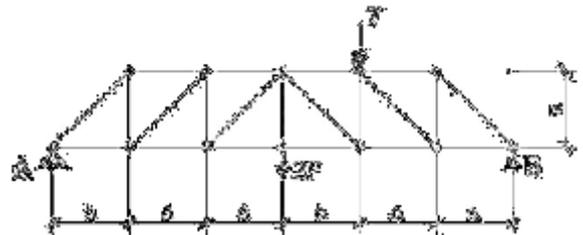
68. Какой метод следует применять для определения усилия в отмеченном стержне аналитическим путем?

- 1) метод проекций;
- 2) метод моментных точек (метод Риттера);
- 3) метод вырезания узлов;
- 4) комбинированный метод



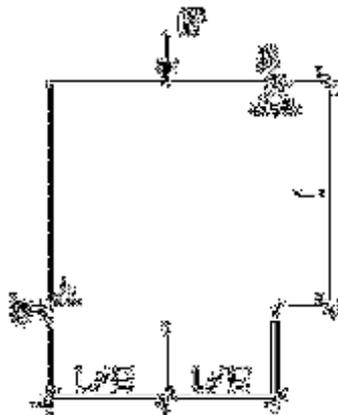
69. Определите опорную реакцию опоры B

- 1) $\frac{2}{3}F$; 2) $\frac{4}{3}F$; 3) $2F$; 4) $\frac{3}{4}F$; 5) $\frac{5}{3}F$



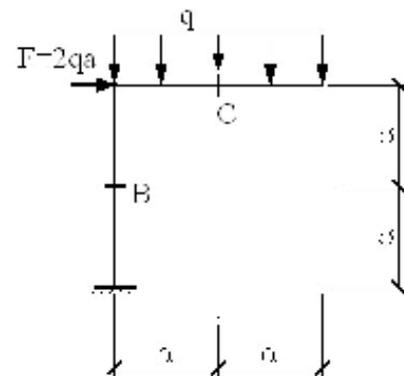
70. Определите реакцию опоры A

- 1) F ; 2) $1.5F$; 3) $3F$; 4) $0.5F$; 5) 0



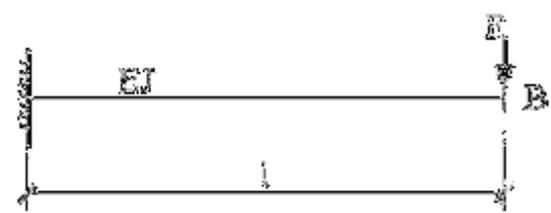
71. Определите поперечную силу в сечении C

- 1) qa ; 2) $3qa$; 3) $0.5qa$; 4) $1.5qa$; 5) $2qa$

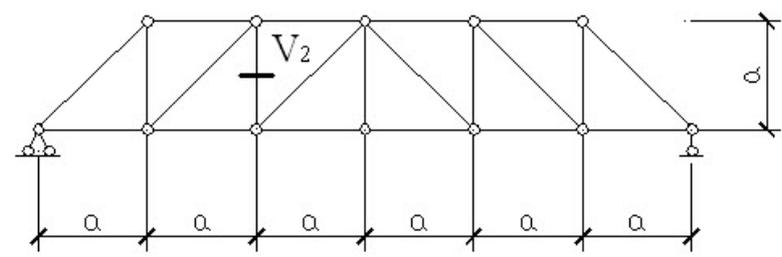


72. Определите вертикальное перемещение точки B , используя правило Верещагина

- 1) $\frac{Fl^3}{6EI}$; 2) $\frac{Fl^3}{3EI}$; 3) $\frac{2Fl^3}{3EI}$; 4) $\frac{Fl^3}{4EI}$; 5) $\frac{Fl^3}{2EI}$

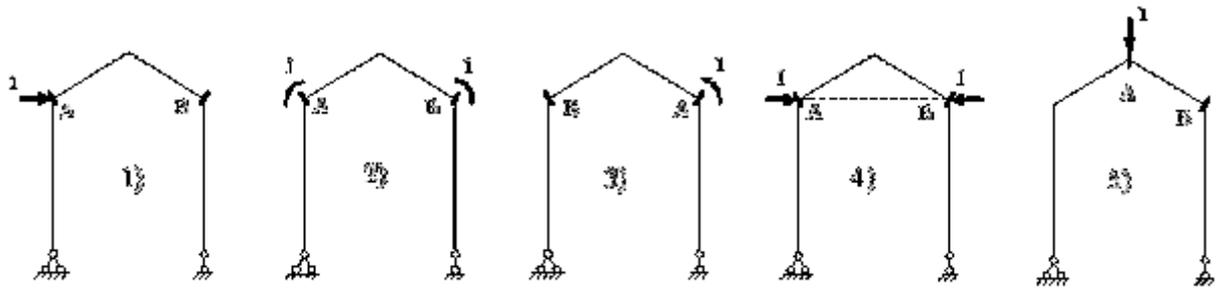


73. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне V_2 при езде понизу

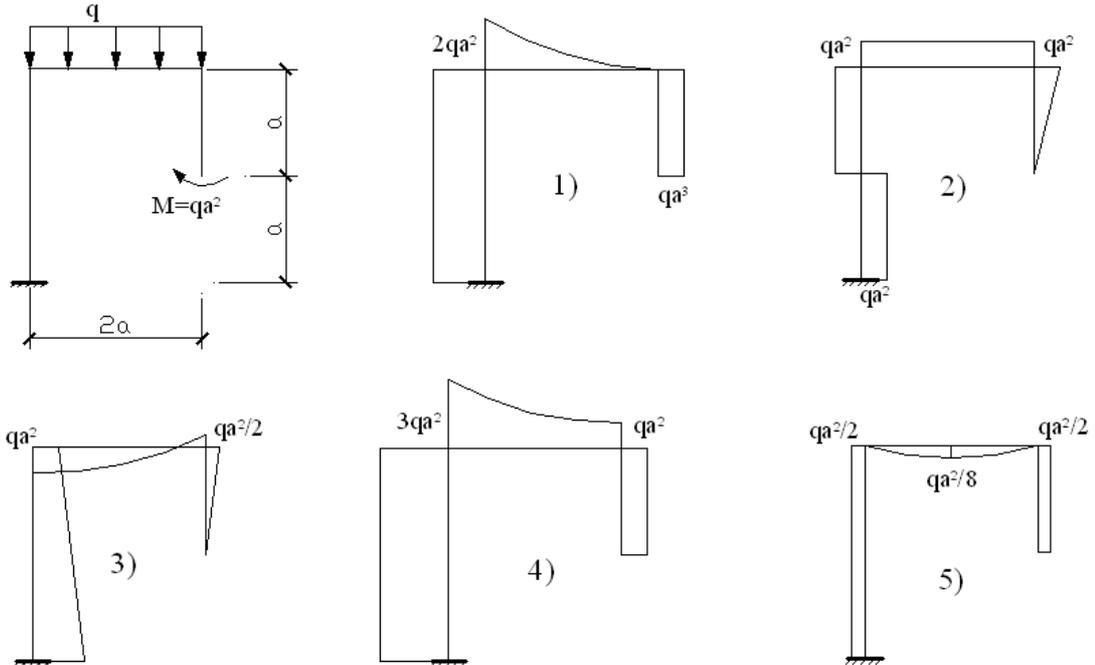


- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

74. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения угла поворота сечения A



75. Укажите правильную эпюру моментов



76. Укажите формулу Мора для определения перемещений от действия изменения температуры

- 1) $\Delta_i = \sum \int \frac{Mm_i}{EI} ds$;
- 2) $\Delta_i = \sum \alpha \int m_i \Delta t' ds + \sum \alpha \int n_i \Delta t_0 ds$;
- 3) $\Delta_i = -\sum_{j=1}^n r_{ji} c_j$;
- 4) $l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1} x_{n+1} = -6 \left(\frac{S_n^A}{l_n} + \frac{S_n^B}{l_{n+1}} \right)$;
- 5) $l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1} x_{n+1} = -6EI(\Theta_{n+1} + \Theta_n)$

77. Назовите основные неизвестные метода сил

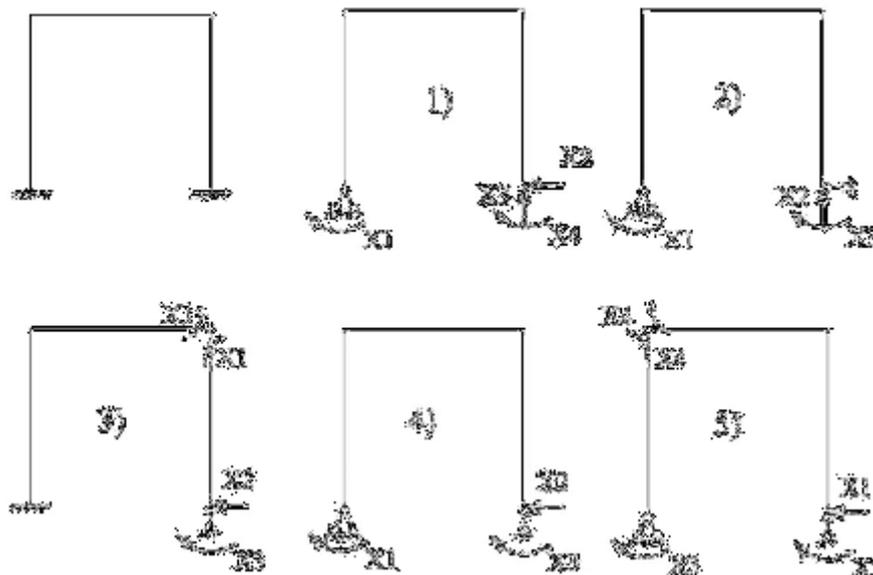
- 1) усилия и реакции в избыточных связях;
- 2) перемещения узлов;
- 3) реакции в избыточных связях и перемещения узлов;
- 4) перемещения по направлению отброшенных связей;
- 5) реакции наложенных связей

78. Укажите правильную формулировку физического смысла коэффициентов канонических уравнений метода перемещений

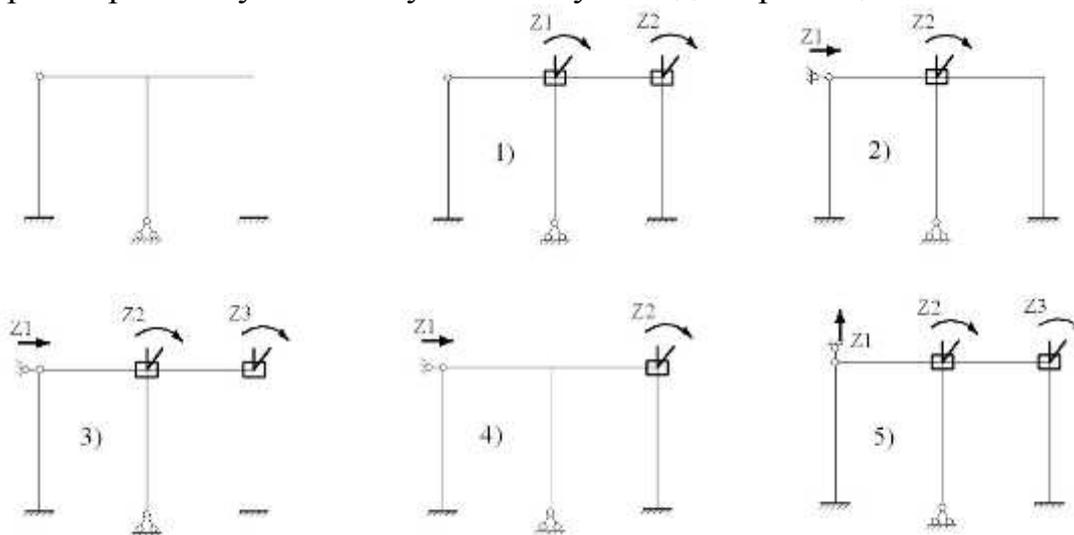
- 1) перемещения по направлению отброшенных связей от нагрузки;
- 2) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных значений основных неизвестных;
- 3) реакции наложенных связей от нагрузки;
- 4) реакции наложенных связей от единичных смещений;

- 5) реакции наложенных связей от единичных силовых факторов, приложенных по направлению отброшенных связей;
- 6) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных смещений наложенных связей

79. Выберите правильную основную систему метода сил



80. Выберите правильную основную систему метода перемещений



10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Основная литература:

1. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1986 г. – 607 с.
2. Дарков А.В., Клейн Г.К. и др. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1976 г. – 600 с.
3. Рабинович И.М. Основы строительной механики стержневых систем. – М.: Стройиздат, 1960 г. – 520 с.
4. Киселев В.А. Строительная механика. Общий курс. – М.: Стройиздат, 1986 г. – 520 с.
5. Ржаницын А.Р. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1991 г. – 440 с.
6. Снитко Н.К. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1980 г. – 432 с.

7. Клейн Г.К., Леонтьев Н.Н. и др. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики. / Под общ. ред. Г.К. Клейна. – М.: Высшая школа, 1980 г. – 384 с.

10.2 Дополнительная литература:

1. Леонтьев Н.Н., Соболев Д.Н., Амосов А.А. Основы строительной механики стержневых систем. – М.: Изд-во АСВ, 1996 г. – 541 с.
2. Смирнов А.Ф. Александров А.В. и др. Строительная механика. Стержневые системы. / Под ред. А.Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1981 г. – 512 с.
3. Кузьмин Н.Л., Рекач В.Г., Розенблат Г.И. Сборник задач по курсу строительной механики. – М.: Стройиздат, 1963 г. – 332 с.
4. Смирнов А.Ф. Александров А.В. и др. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. /Под ред. А.Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1984 г. – 416 с.
5. Клейн Г.К., Рекач В.Г., Розенблат Г.И. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (основы теории устойчивости динамики сооружений и расчета пространственных систем). – М.: Высшая школа, 1972 г. – 318 с.

10.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Библиотека программ, разработанная на кафедре строительной механики для выполнения РГР.

Программные комплексы по МКЭ «ЛИРА», «STARK-ES»

Интернет-библиотека ВГАСУ.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерный класс.

Методические указания, методические и учебные пособия для выполнения расчетно-графических работ.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

Лекционные занятия – изложение теоретического материала с использованием мультимедийного оборудования, компьютерных технологий и сетей.

Практические занятия – закрепление теоретических знаний путем решения конкретных практических задач и примеров в аудитории с использованием мультимедийного оборудования, компьютерных технологий.

Самостоятельная работа – самостоятельное изучение теоретического материала по лекциям и первоисточникам в читальном зале университета. Повторение решений задач, рассмотренных на практических занятиях

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений (уровень специалиста) (Утвержден приказом Мин. Образования и науки РФ от 11.08.2016 г. № 1030).

Руководитель ОПОП ВО
доцент, к.т.н., доцент



Ю.Ф. Рогатнев

Руководитель ОПОП ВО
профессор, к.т.н., доцент



С.В. Иконин

Руководитель ОПОП ВО
доцент, к.т.н., доцент



А.В. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией строительного факультета

"01" сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель
профессор, канд. экон. наук, доцент



В.Б. Власов

Рабочая программа одобрена методической комиссией дорожно-транспортного факультета

"01" сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель
профессор, д-р. техн. наук, профессор



Ю.И. Калгин