

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан строительного факультета  
Панфилов Д.В.

«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**«Строительная механика»**

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Проектирование зданий и сооружений

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

 /Рыдченко Д.Г./

Заведующий кафедрой  
Строительной механики

 /Козлов В.А./

Руководитель ОПОП

 /Макарова Т.В./

Воронеж 2021

## 1. 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.

**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 дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-4 - Способен участвовать в инженерных изысканиях, проектировании деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	<p data-bbox="620 1494 1481 1659">Знать: основные методы и практические приемы расчета реальных конструкций и их элементов по всем предельным расчетным состояниям на различные воздействия</p> <p data-bbox="620 1666 1481 2007">Уметь: грамотно составить расчетную схему сооружения, произвести ее кинематический анализ, выбрать наиболее рациональный метод расчета при различных воздействиях и найти истинное распределение усилий, обеспечив при этом необходимую прочность и жесткость его элементов с учетом реальных свойств конструкционных материалов, используя современную вычислительную технику</p> <p data-bbox="620 2013 1481 2049">Владеть: навыками проведения кинематического</p>

	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

Общая трудоемкость дисциплины «Строительная механика» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Классификация расчетных схем и воздействий	Связь строительной механики с другими дисциплинами. Понятие о расчетной схеме. Типы опор. Классификация расчетных схем. Классификация воздействий. Принцип суперпозиции.	2	-	4	6
2	Кинематический и структурный анализ расчетных схем	Основные положения кинематического анализа расчетных схем, связь между статическими и кинематическими свойствами. Определение числа степеней свободы и количества избыточных связей. Анализ геометрической структуры. Признаки образования геометрически неизменяемых, геометрически изменяе-	2	2	4	8

		мых и мгновенно-изменяемых систем.				
3	Расчет статически определимых стержневых систем	Расчет МШБ. Методы аналитического определения усилий в стержнях ферм. Расчет рам. Определение опорных реакций. Обобщение понятий внутренних усилий $M$ , $Q$ , $N$ . Способы построения эпюр в рамах. Проверки эпюр. Учет симметрии. Расчет арок. Определение усилий $M$ , $Q$ , $N$ в трехшарнирной арке при расчете на вертикальную нагрузку.	2	8	10	20
4	Общая теория линий влияния. Основы расчета на временную нагрузку	Понятие о линии влияния. Действие подвижной нагрузки на сооружения. Линии влияния в простых и многопролетных шарнирных балках, фермах. Определение по линиям влияния внутренних усилий от различных нагрузок; опасного положения временной и подвижной нагрузки и усилий от них.	2	4	6	12
5	Основные теоремы об упругих системах. Определение перемещений.	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. Универсальное обозначение перемещений. Формула Мора для определения перемещений от нагрузки, смещения связей и изменения температуры. Правило Верещагина для вычисления интегралов Мора.	2	6	6	14
6	Расчет статически неопределимых систем методом сил	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).	2	4	6	12

7	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений	Заданная система. Основная система, способы её образования. Статические условия эквивалентности основной и заданной системы. Канонические уравнения. Построение единичных эпюр для балок с неподвижными концами от нагрузки и смещения опорных связей. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений метода перемещений статическим и кинематическим способами. Построение окончательных эпюр, их проверки. Особенности расчета рам с бесконечно жесткими элементами. Учет симметрии.	2	4	6	12
8	Основные положения матричных методов расчета стержневых систем.	Полная система уравнений строительной механики. Матричные формы записей уравнений равновесия, совместности деформаций и физических соотношений. Матричный расчет ферм, балок и рам. Топология стержневой системы. Представление геометрической и физической информации для элементов.	2	4	6	12
9	Основы метода конечных элементов (МКЭ) расчета конструкций	Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ). Виды конечных элементов и условия сопряжения между ними. Представление основных зависимостей в матричной форме. Матрица жесткости типовых стержневых систем. Матрица жесткости конструкции. Определение перемещений и усилий в элементах.	2	4	6	12
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать: основные методы и практические приемы расчета реальных конструкций и их элементов по всем предельным расчетным состояниям на различные воздействия	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: грамотно составить расчетную схему сооружения, произвести ее кинематический анализ, выбрать наиболее рациональный метод расчета при различных воздействиях и найти истинное распределение усилий, обеспечив при этом необходимую прочность и жесткость его элементов с учетом реальных свойств конструкционных материалов, используя современную вычислительную технику	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	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	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

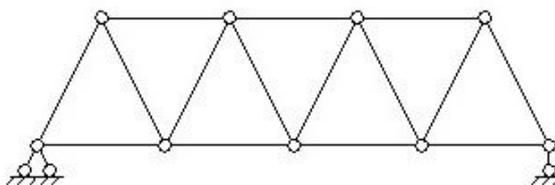
Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	Знать: основные методы и практические приемы расчета реальных конструкций и их элементов по всем предельным расчетным состояниям на различные воздействия	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь: грамотно составить расчетную схему сооружения, произвести ее кинематический анализ, выбрать наиболее рациональный метод расчета при различных воздействиях и найти истинное распределение усилий, обеспечив при этом необходимую прочность и жесткость его элементов с учетом реальных свойств конструкционных материалов, используя современную вычислительную технику	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	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	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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

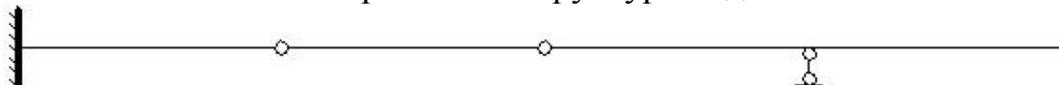
### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

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

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



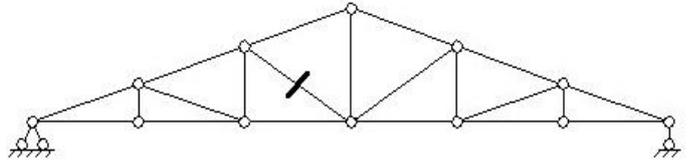
2. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение



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

3. 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



4. Назовите основные неизвестные при расчете неразрезной балки

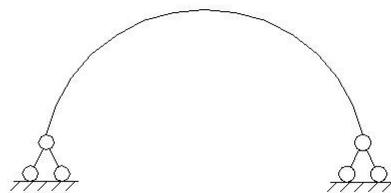
- 1) усилия и реакции в избыточных связях;
- 2) перемещения узлов;
- 3) реакции в избыточных связях и перемещения узлов;
- 4) перемещения по направлению отброшенных связей;
- 5) реакции наложенных связей

5. 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

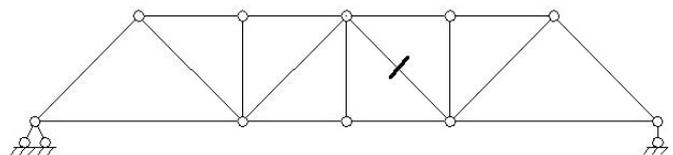
6. К какому виду относится изображенная на рисунке стержневая система?

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



7. 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



8. Укажите уравнение трех моментов для расчета неразрезной балки на действие заданной нагрузки

$$1) \Delta_i = \sum \int \frac{Mm_i}{EI} ds; \quad 2) \Delta_i = \sum \alpha \int m_i \Delta t' ds + \sum \alpha \int n_i \Delta t_0 ds;$$

$$3) \Delta_i = -\sum_{j=1}^n r_{ji} c_j; \quad 4) l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1}x_{n+1} = -6\left(\frac{S_n^A}{l_n} + \frac{S_n^B}{l_{n+1}}\right);$$

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

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

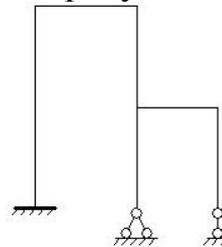
- 1) перемещения по направлению отброшенных связей от нагрузки;
- 2) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных значений основных неизвестных;
- 3) реакции наложенных связей от нагрузки;
- 4) реакции наложенных связей от единичных смещений;
- 5) реакции наложенных связей от единичных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

10. 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

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

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



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

$$1) \Delta_i = \sum_l \int \frac{Mm_i}{EI} ds; \quad 2) \Delta_i = \sum_l \alpha \int m_i \Delta t' ds + \sum_l \alpha \int n_i \Delta t_0 ds;$$

$$3) \Delta_i = -\sum_{j=1}^n r_{ji} c_j; \quad 4) l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1}x_{n+1} = -6\left(\frac{S_n^A}{l_n} + \frac{S_n^B}{l_{n+1}}\right);$$

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

13. Назовите основные неизвестные смешанного метода

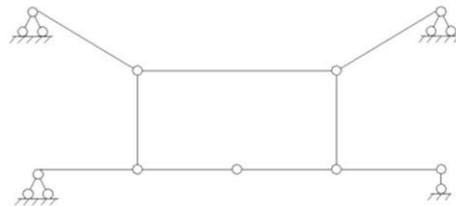
- 1) усилия и реакции в избыточных связях;
- 2) перемещения узлов;
- 3) реакции в избыточных связях и перемещения узлов;
- 4) перемещения по направлению отброшенных связей;
- 5) реакции наложенных связей

14. 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

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

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



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

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

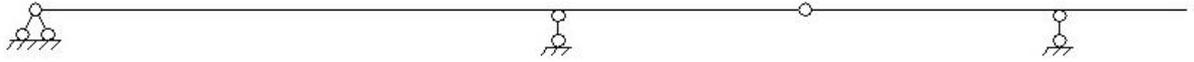
17. Назовите основные неизвестные метода перемещений

- 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

18. Укажите правильную формулировку физического смысла специального коэффициента  $\delta'_{ik}$  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

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



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

**20.** Укажите формулу Мора для определения перемещений от действия изменения температуры

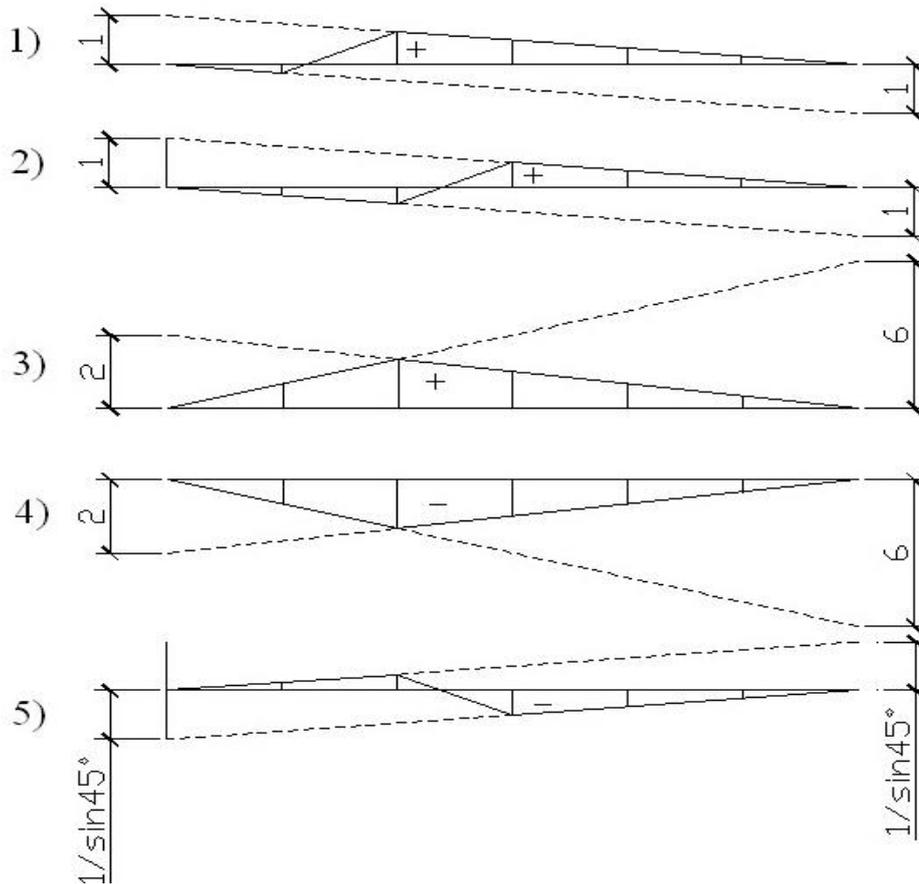
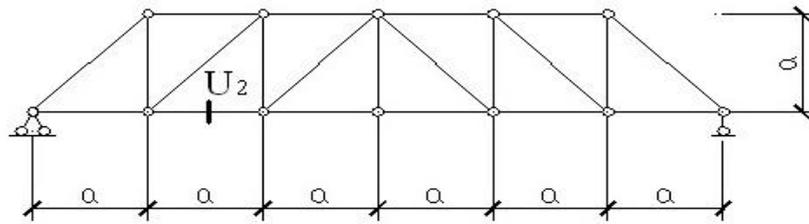
- 1)  $\Delta_i = \sum \int \frac{Mm_i}{EI} ds$ ;
- 2)  $\Delta_i = \sum \alpha \int m_i \Delta t' ds + \sum \alpha \int n_i \Delta t_0 ds$ ;
- 3)  $\Delta_i = -\sum_{j=1}^n r_{ji} c_j$ ;
- 4)  $l_n x_{n-1} + 2(l_n + l_{n+1})x_n + l_{n+1}x_{n+1} = -6 \left( \frac{S_n^A}{l_n} + \frac{S_n^B}{l_{n+1}} \right)$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

**21.** 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

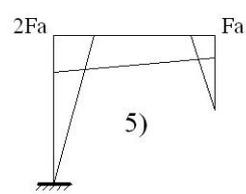
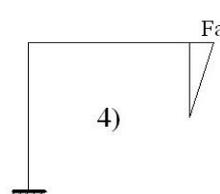
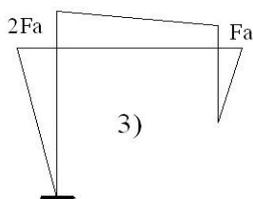
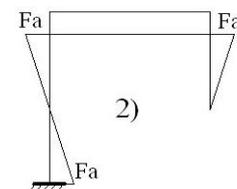
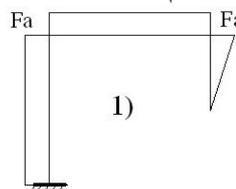
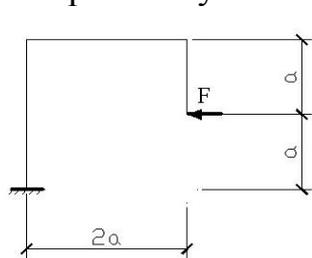
### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне  $U_2$

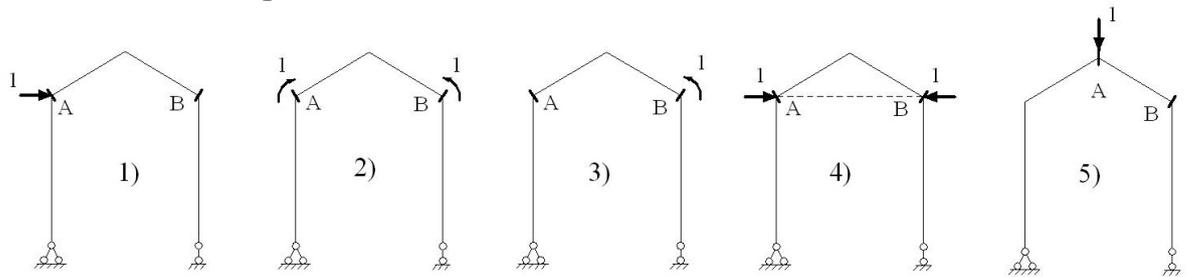


1)  $qa$ ; 2)  $3qa$ ; 3)  $0.5qa$ ; 4)  $1.5qa$ ; 5)  $2qa$

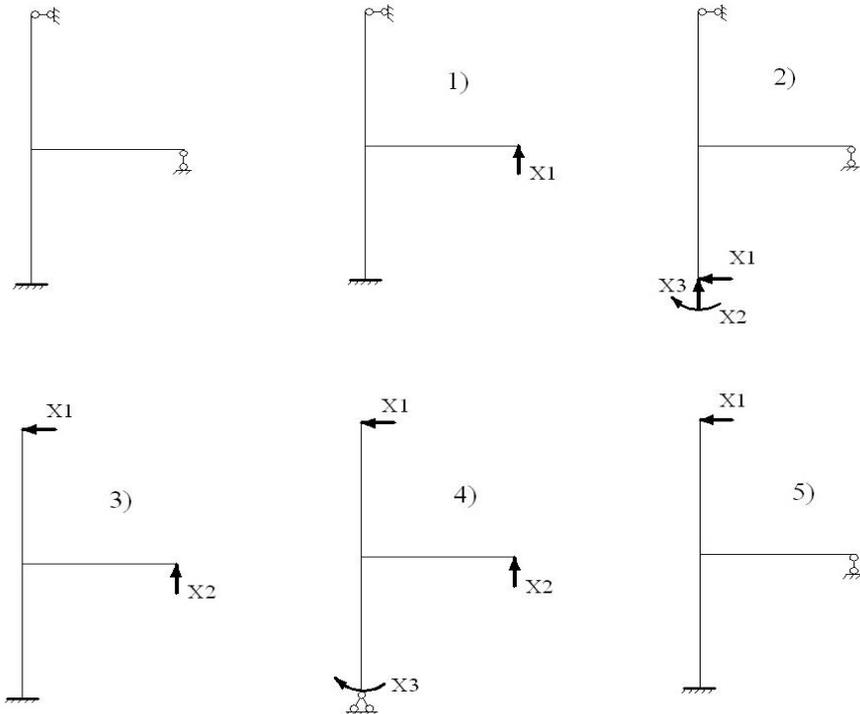
2. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



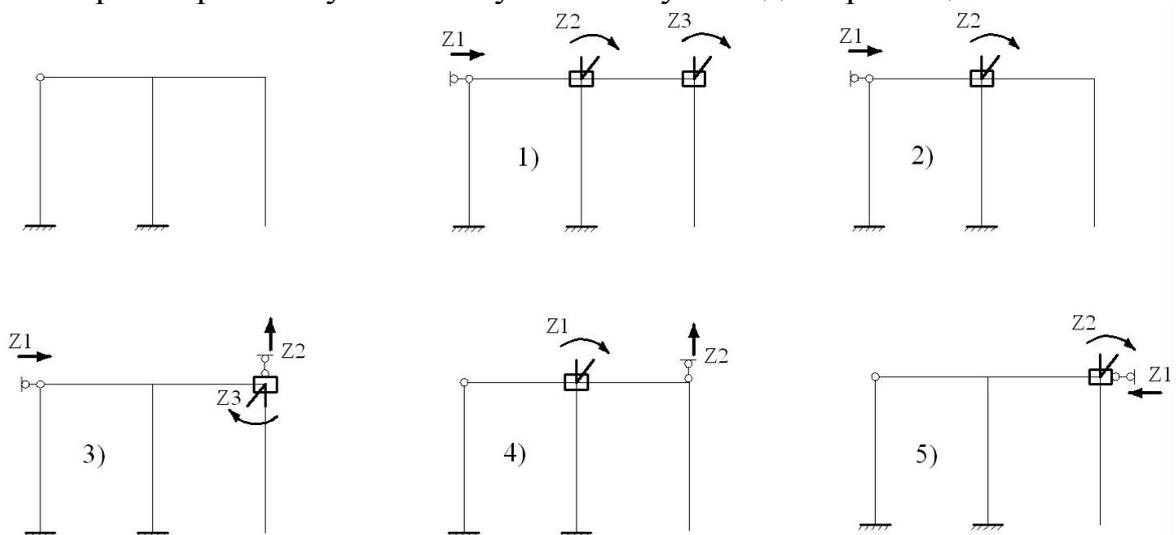
3. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения горизонтального перемещения сечения  $A$



4. Выберите правильную основную систему метода сил

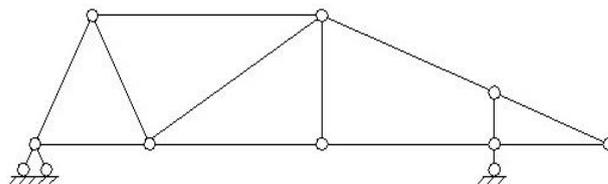


5. Выберите правильную основную систему метода перемещений



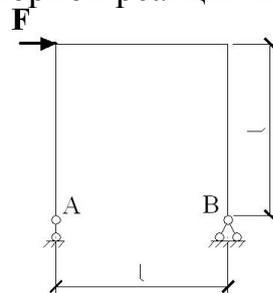
6. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение

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

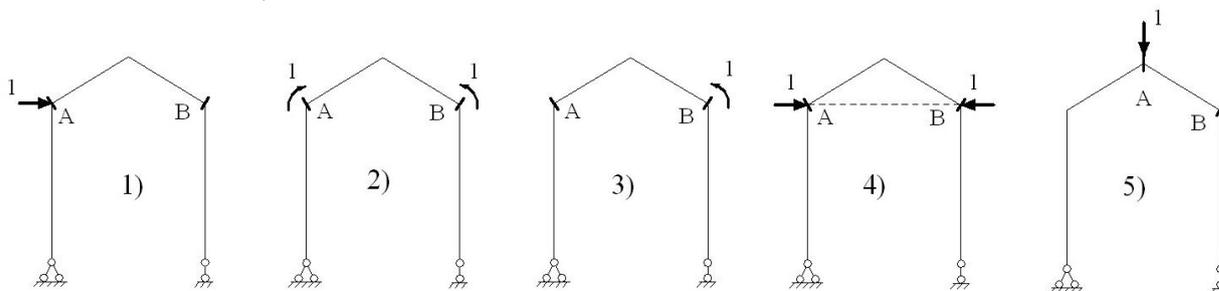


7. Определите вертикальную составляющую опорной реакции в опоре  $B$

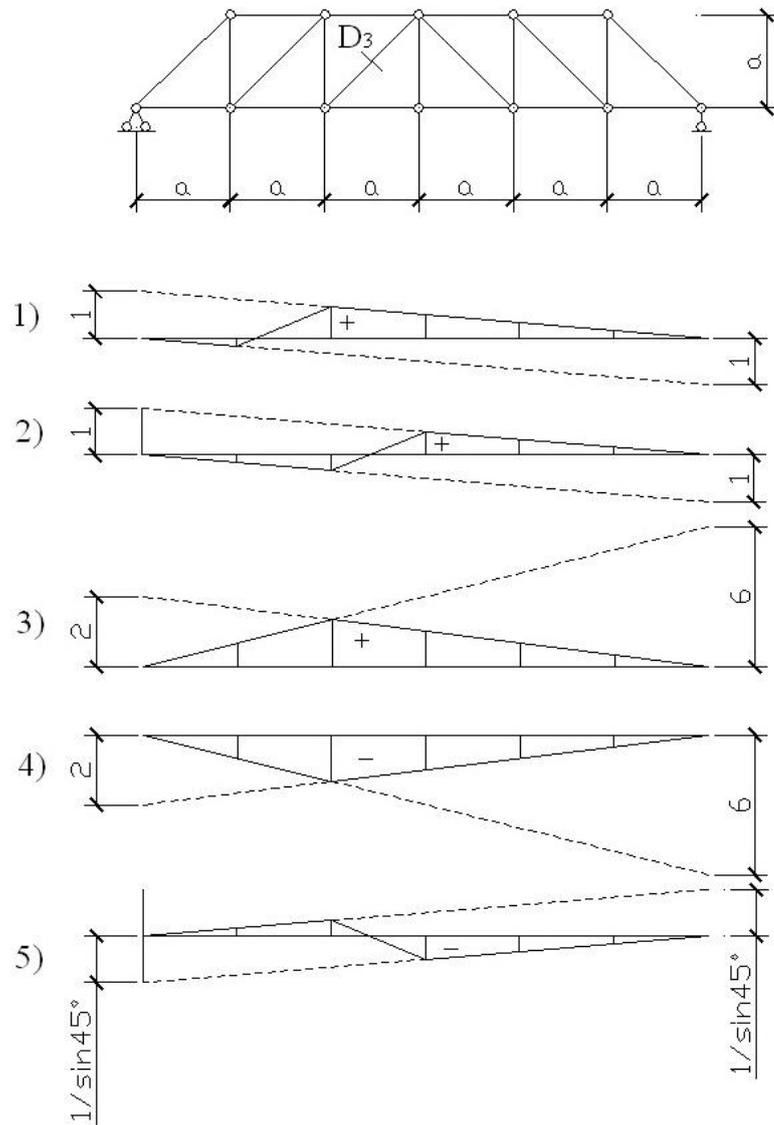
- 1) 0;
- 2)  $F$ ;
- 3)  $2F$ ;
- 4)  $0.5F$ ;
- 5)  $3F$



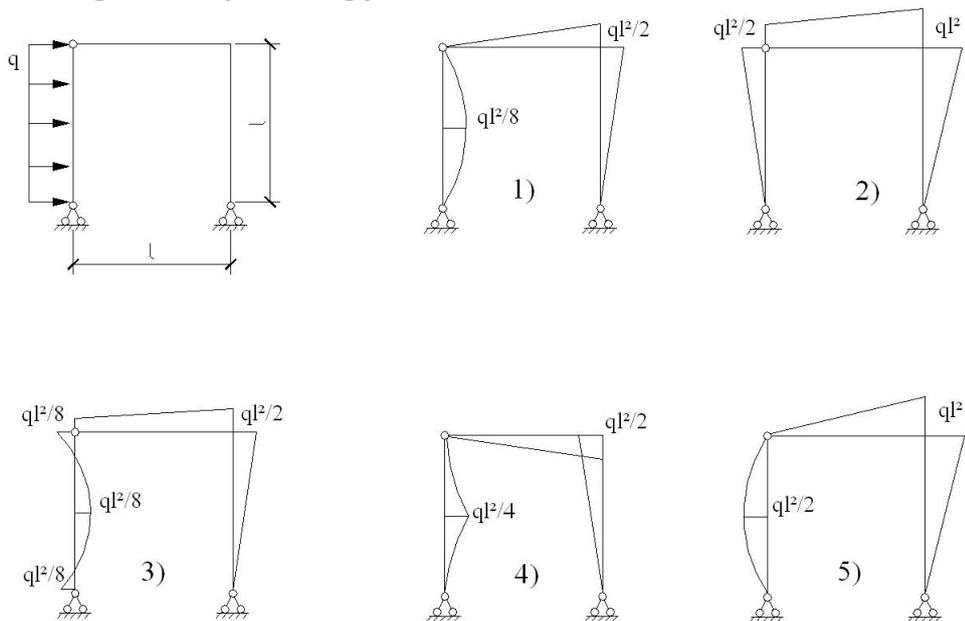
8. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения взаимного смещения сечений  $A$  и  $B$



9. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне  $D_3$

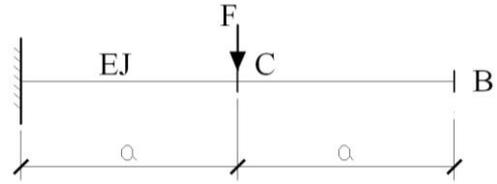


**10. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов**

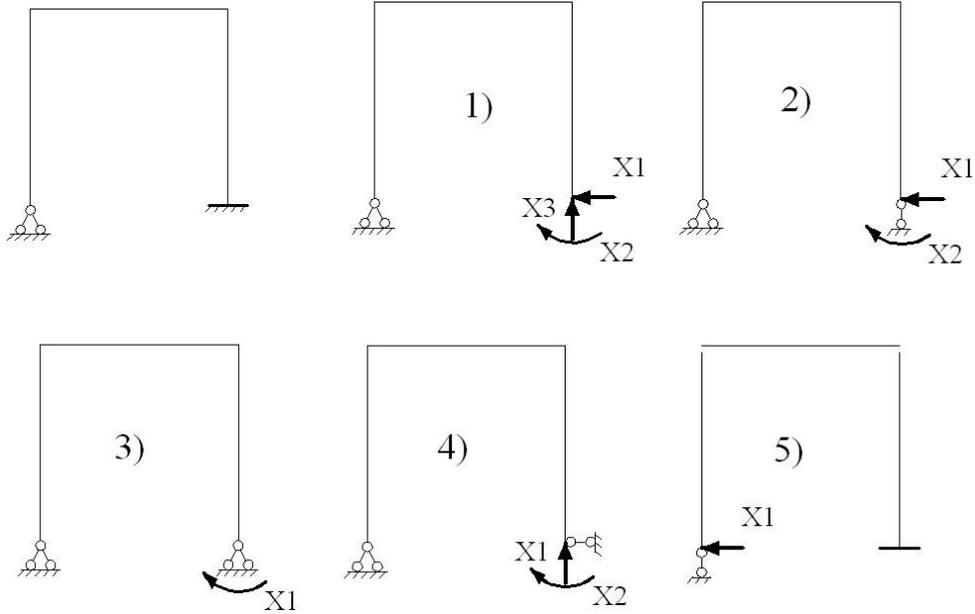


11. Определите вертикальное перемещение точки  $B$ , используя правило Верещагина

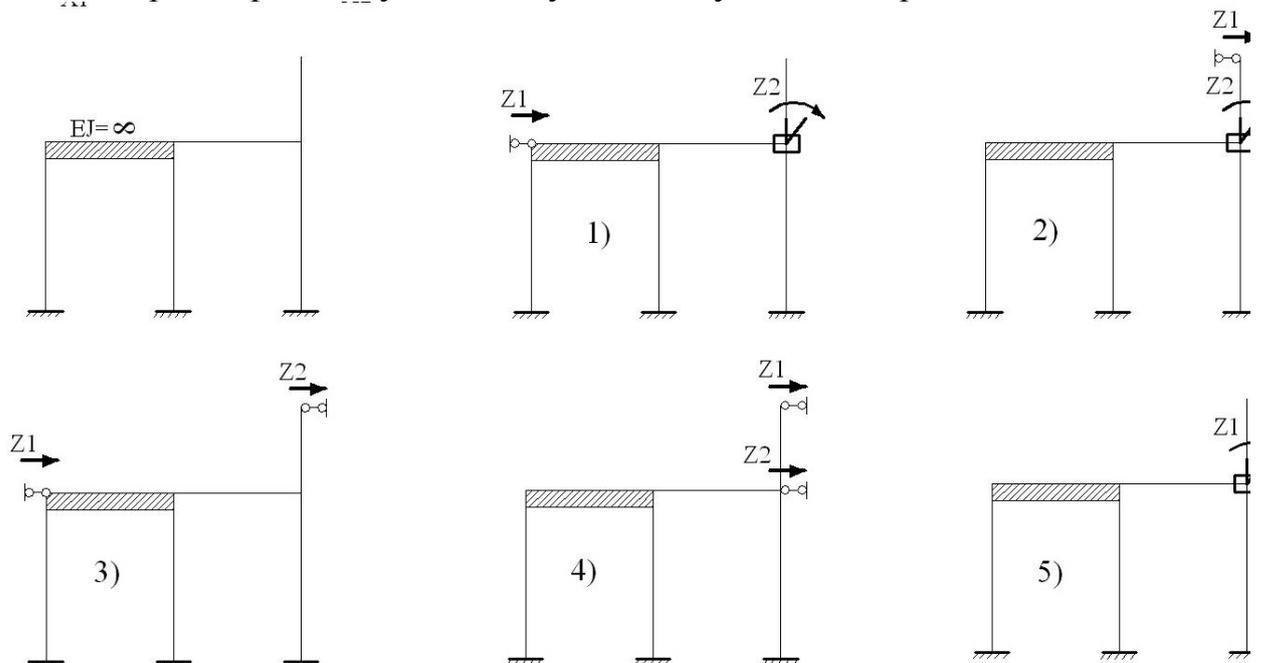
- 1)  $\frac{5Fa^3}{6EI}$ ; 2)  $\frac{5Fa^3}{3EI}$ ; 3)  $\frac{2Fa^3}{3EI}$ ;  
 4)  $\frac{4Fa^3}{3EI}$ ; 5)  $\frac{4Fa^3}{5EI}$



12. Выберите правильную основную систему метода сил

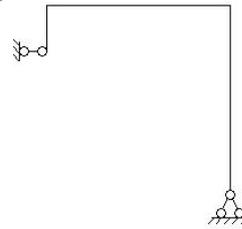


13. Выберите правильную основную систему метода перемещений

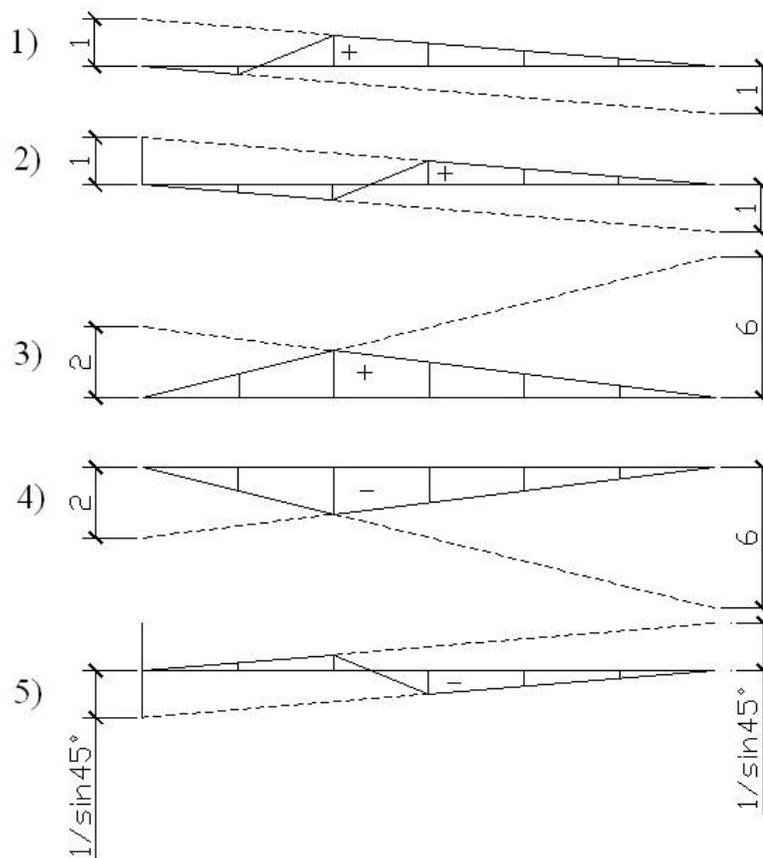
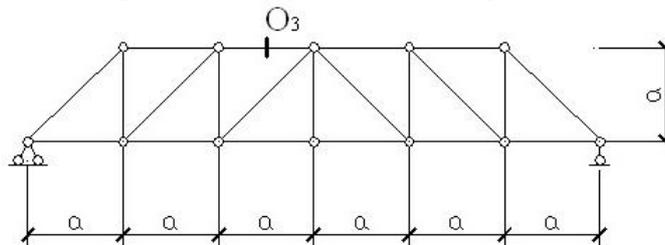


14. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение

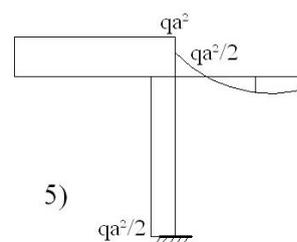
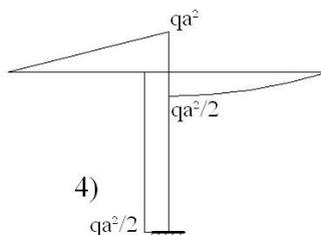
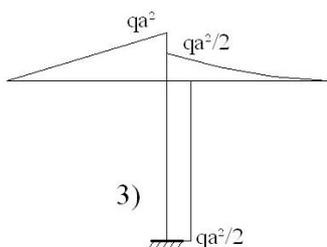
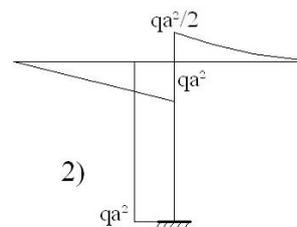
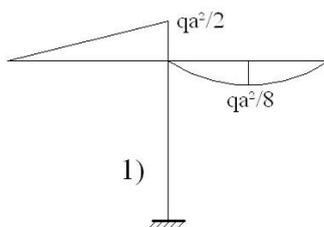
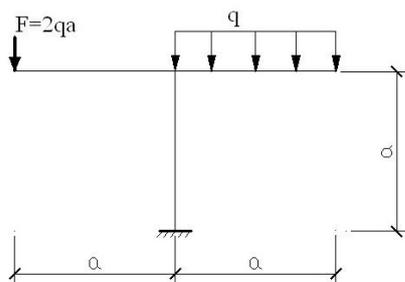
- 1) геометрически изменяемая;
- 2) мгновенно изменяемая;
- 3) геометрически неизменяемая



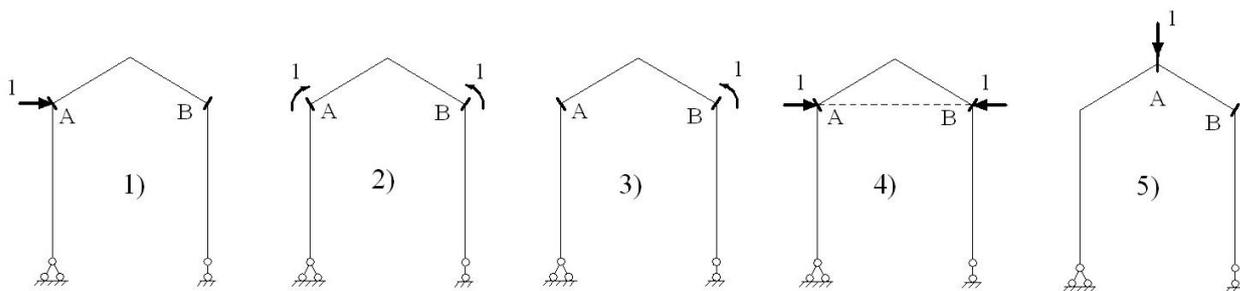
15. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне  $O_3$



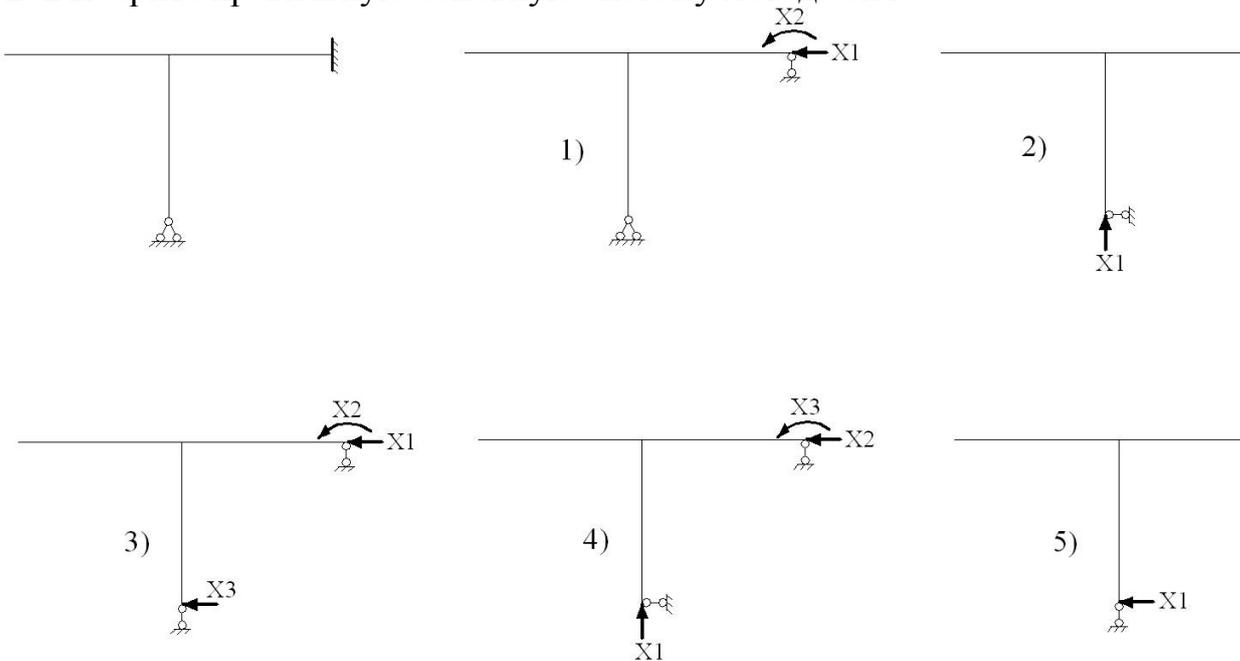
16. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



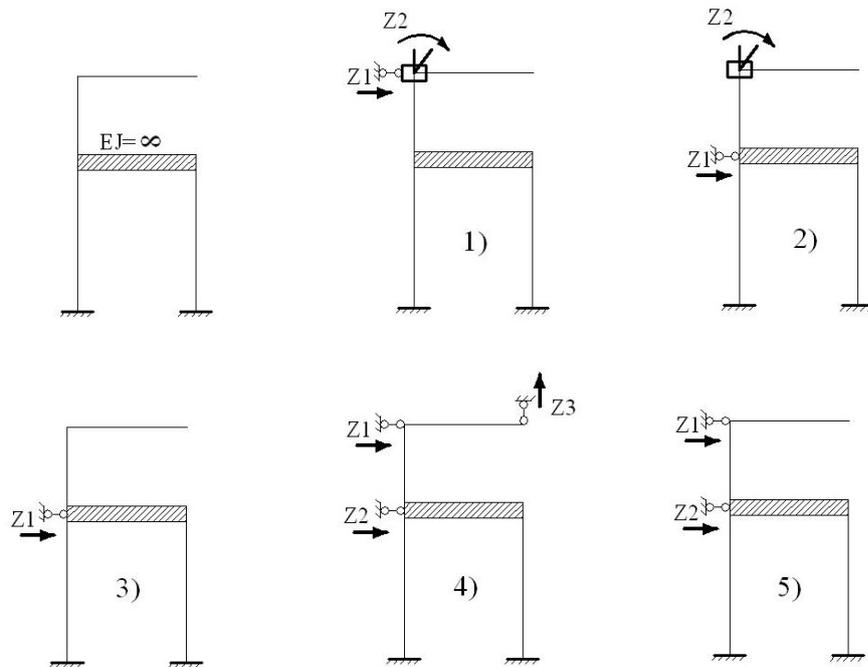
1. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения взаимного угла поворота сечений  $A$  и  $B$



2. Выберите правильную основную систему метода сил

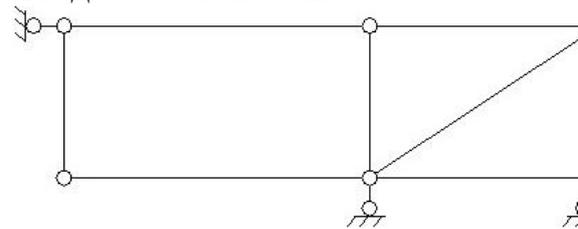


3. Выберите правильную основную систему метода перемещений



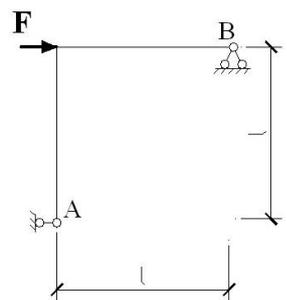
4. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение

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

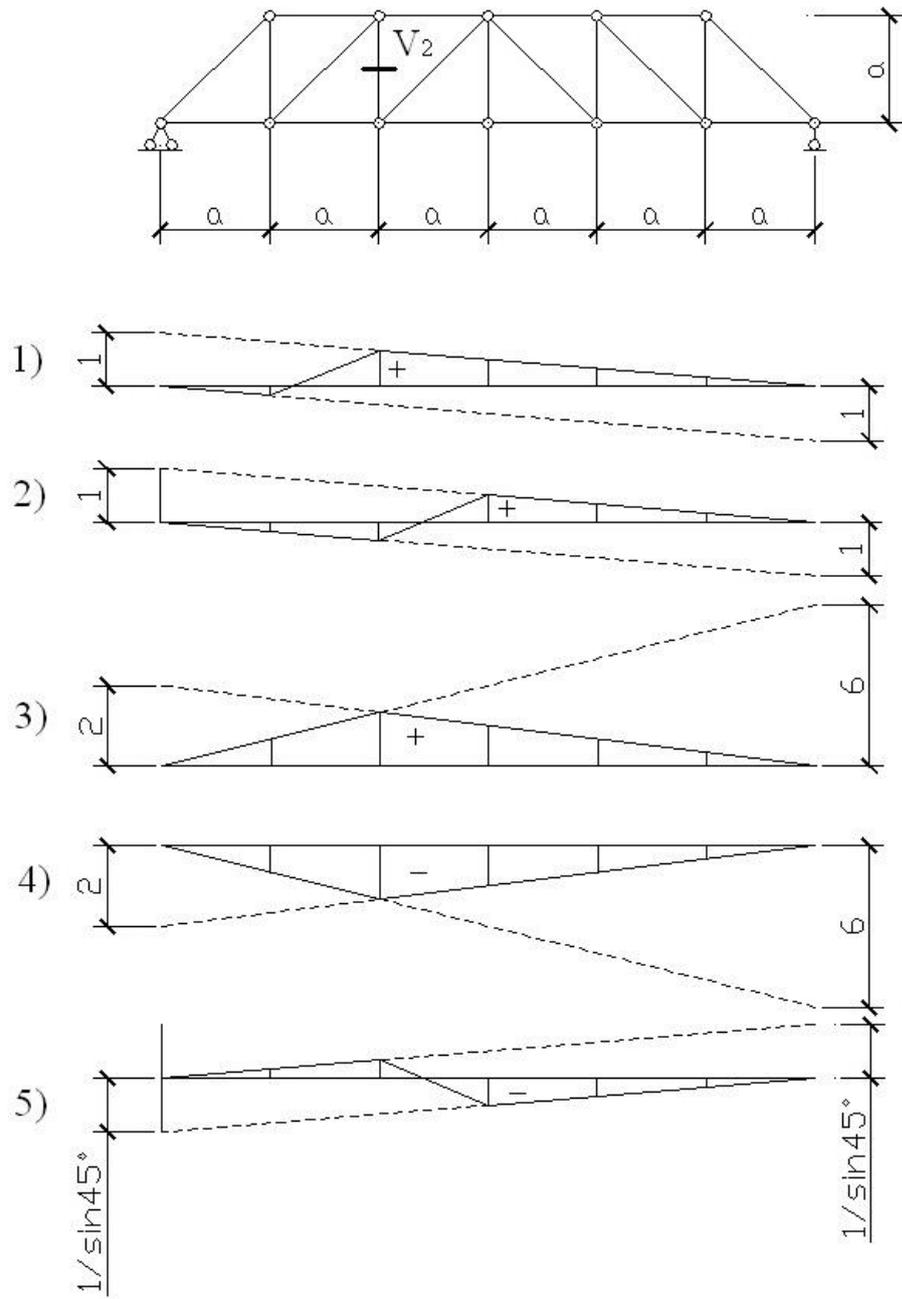


5. Определите вертикальную составляющую опорной реакции в опоре  $B$

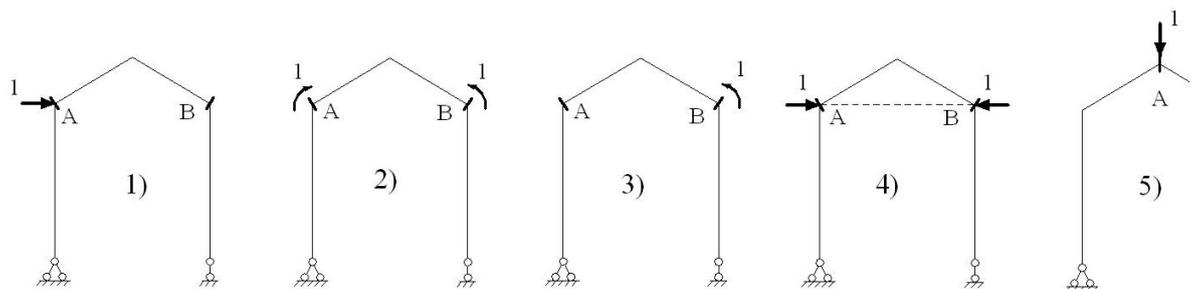
- 1)  $F$ ; 2)  $3F$ ; 3)  $2F$ ; 4)  $0$ ; 5)  $0.5F$



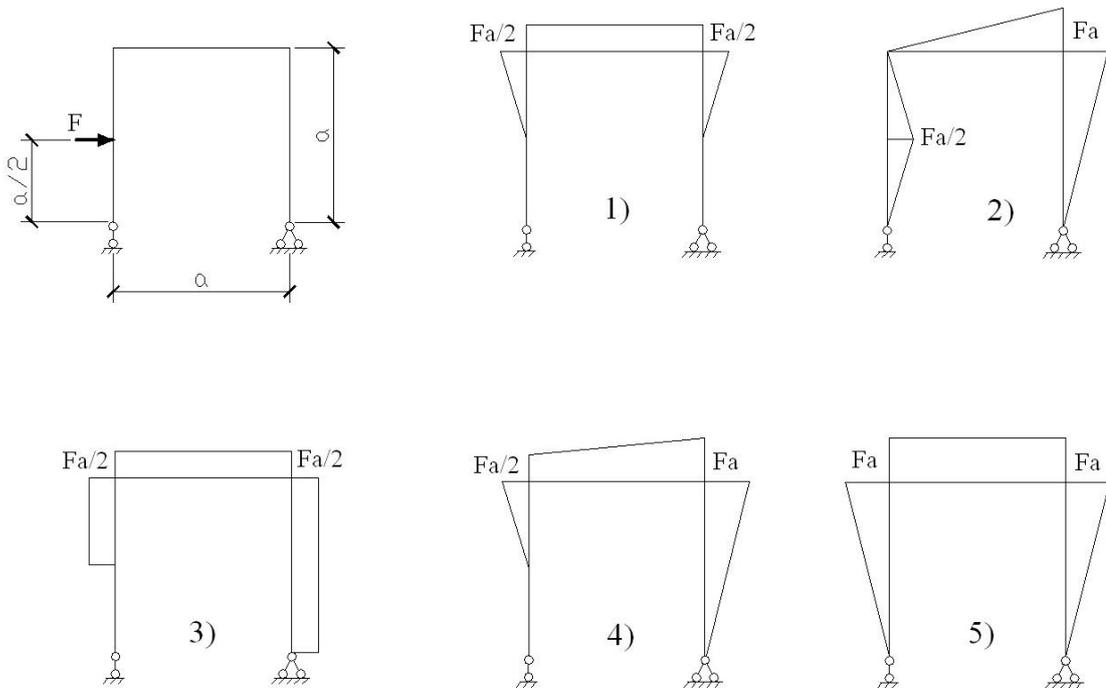
6. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне  $V_2$  при езде поверху



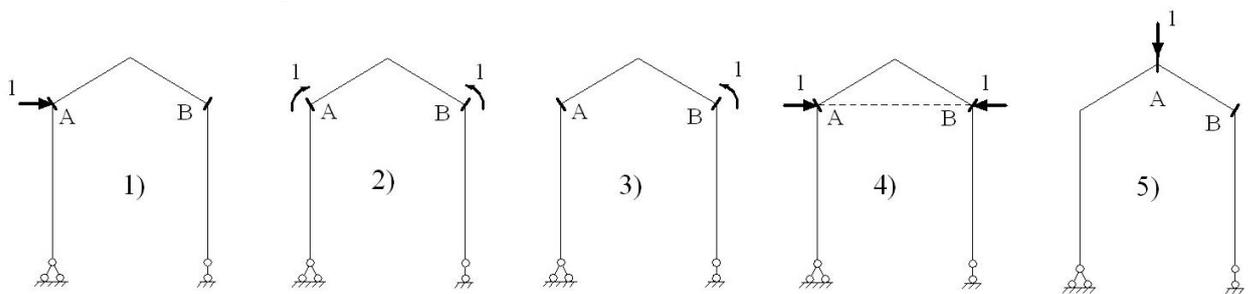
7. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения вертикального перемещения сечения  $A$



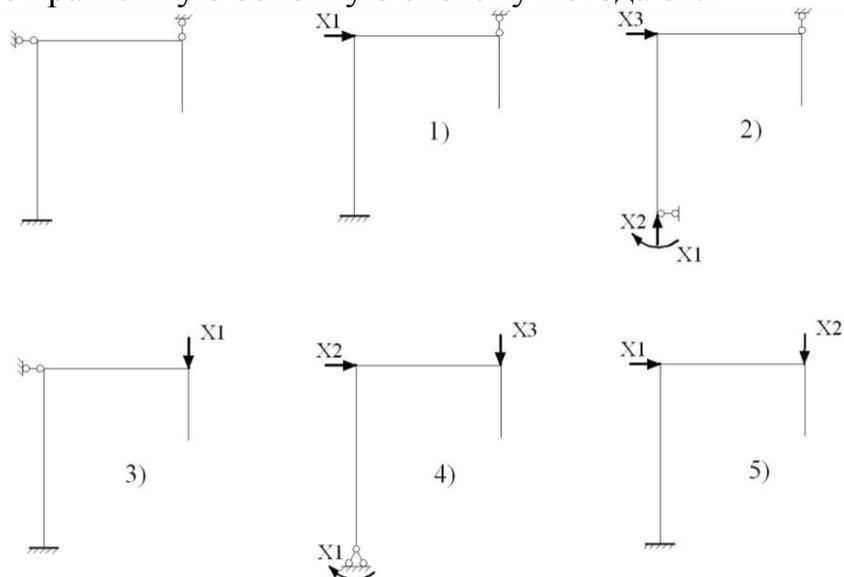
8. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



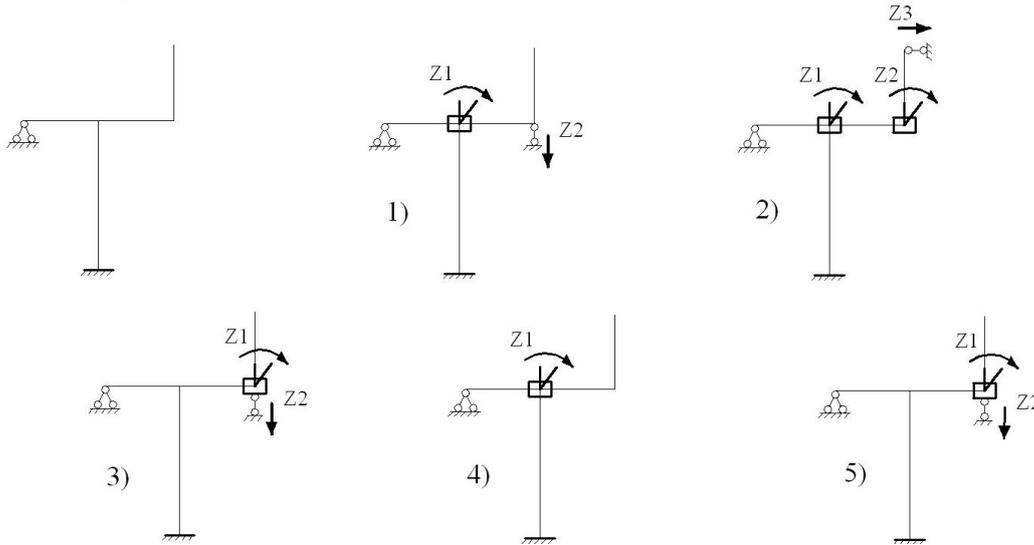
9. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения вертикального перемещения сечения  $A$



10. Выберите правильную основную систему метода сил

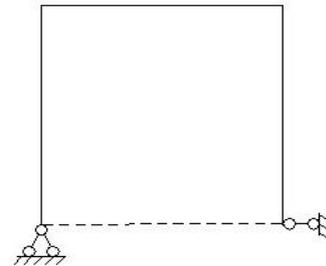


**11. Выберите правильную основную систему метода перемещений**

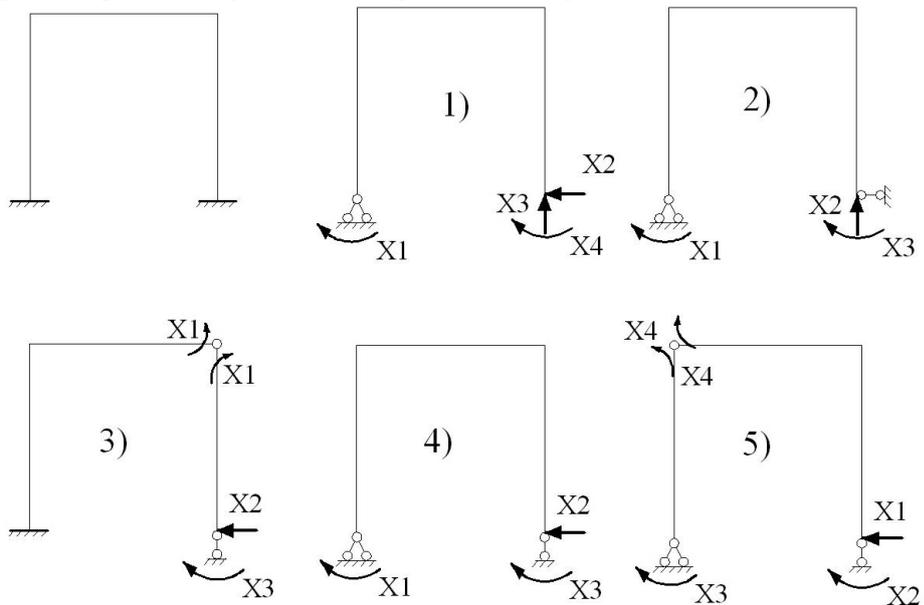


**12. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение**

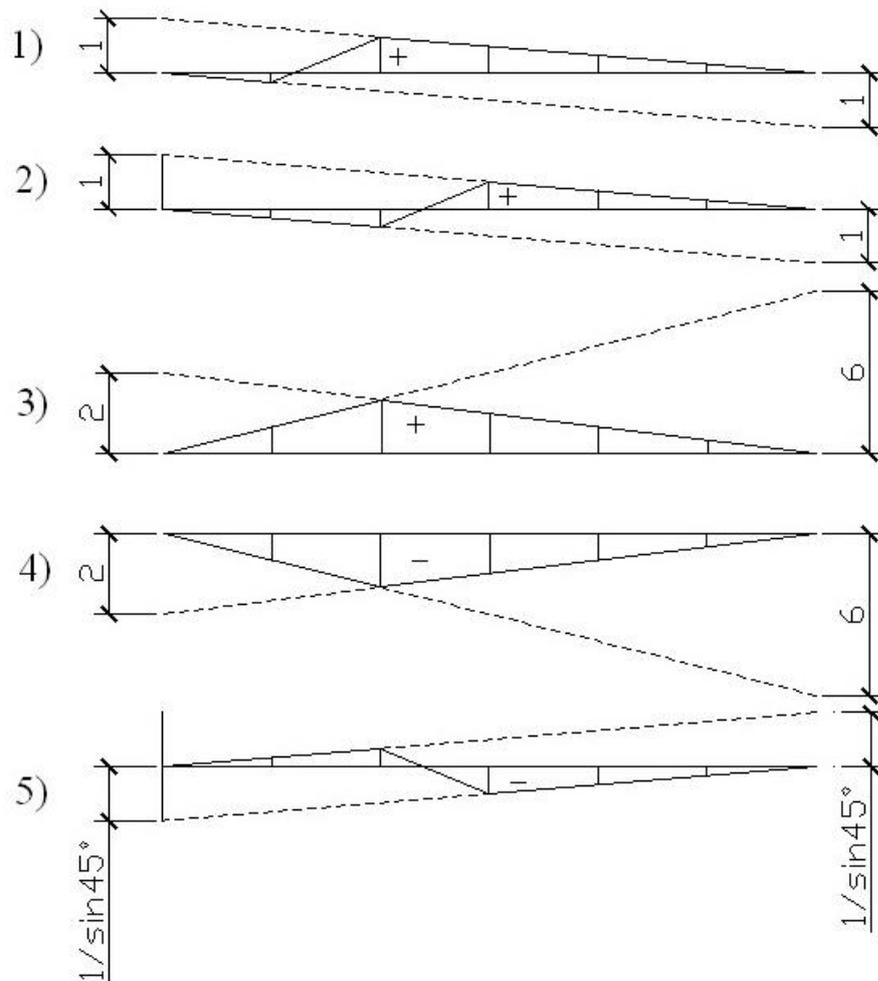
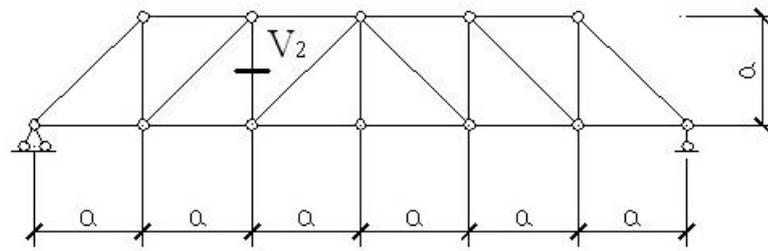
- 1) геометрически изменяемая;
- 2) мгновенно изменяемая;
- 3) геометрически неизменяемая



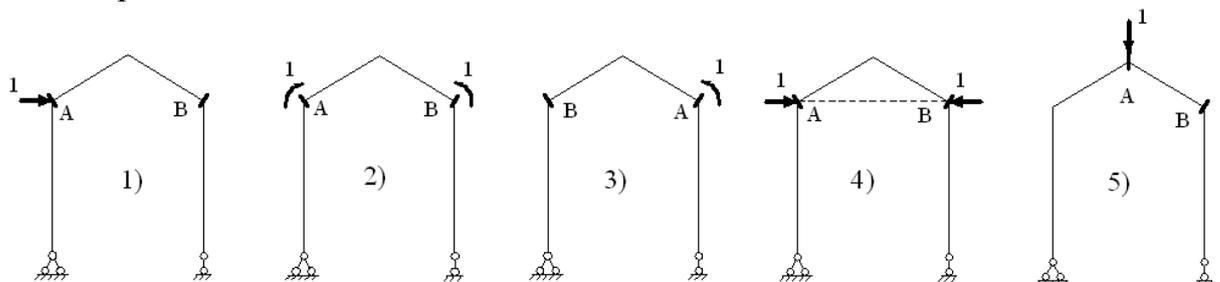
**13. Выберите правильную основную систему метода сил**



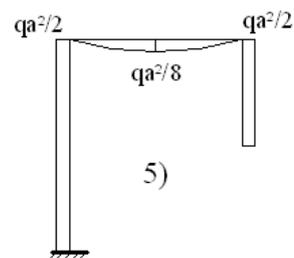
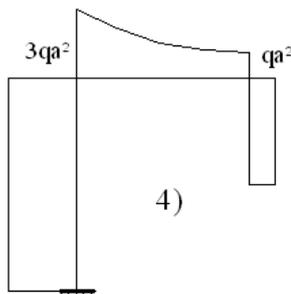
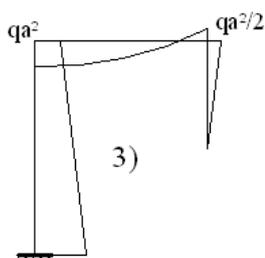
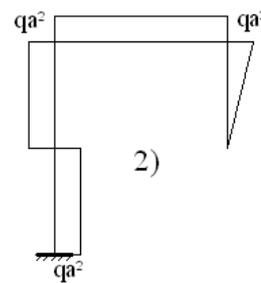
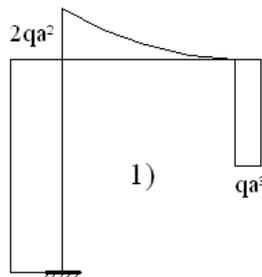
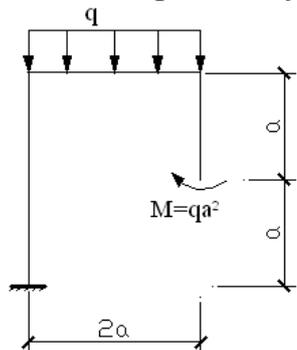
14. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне  $V_2$  при езде понизу



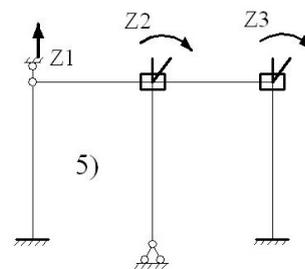
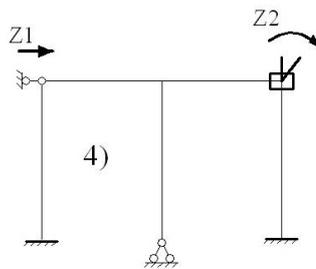
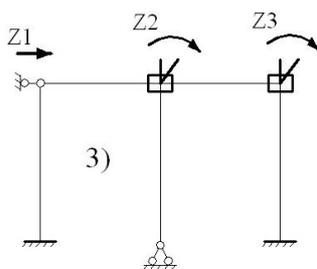
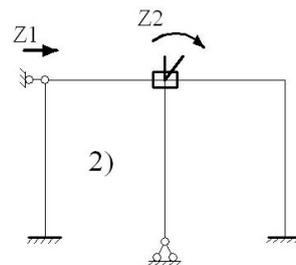
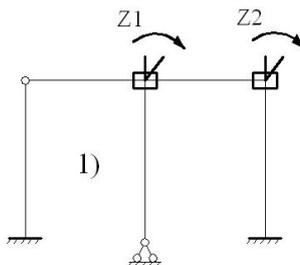
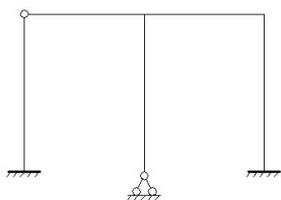
15. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения угла поворота сечения  $A$



16. Укажите правильную эпюру моментов



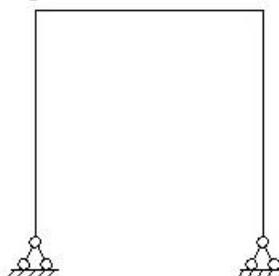
17. Выберите правильную основную систему метода перемещений



### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

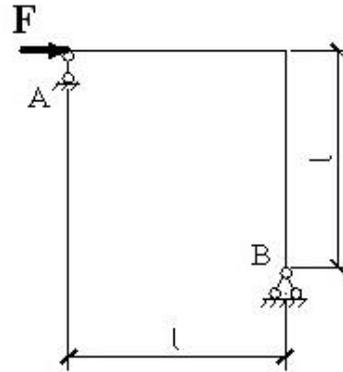
1. Определите число избыточных связей стержневой системы

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

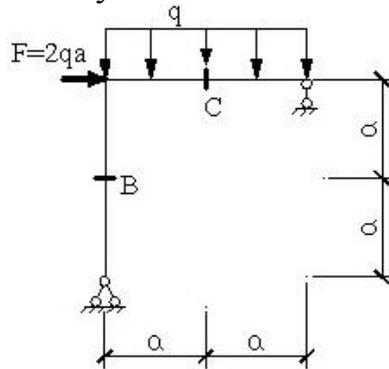


2. Определите реакцию опоры  $A$

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

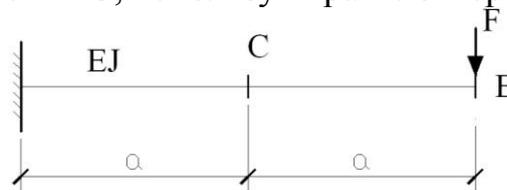


3. Определите поперечную силу в сечении  $B$



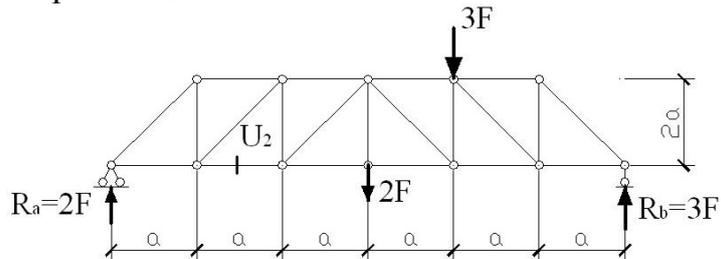
4. Определите угол поворота сечения  $C$ , используя правило Верещагина

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



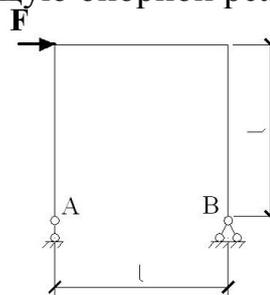
5. Определите усилие в стержне  $U_2$

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



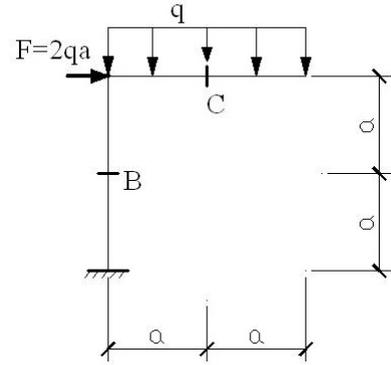
6. Определите вертикальную составляющую опорной реакции в опоре  $B$

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



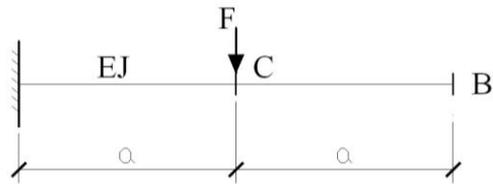
7. Определите изгибающий момент в сечении C

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



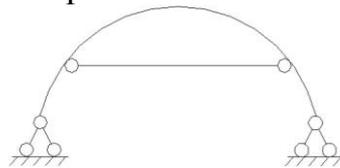
8. Определите вертикальное перемещение точки B, используя правило Верещагина

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



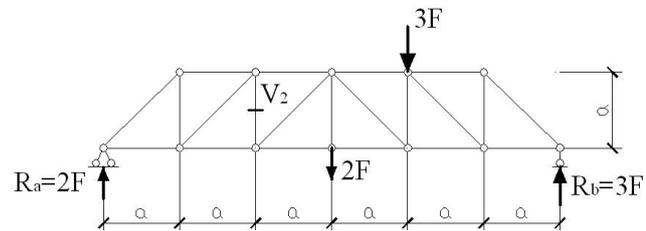
9. Определите число избыточных связей стержневой системы

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



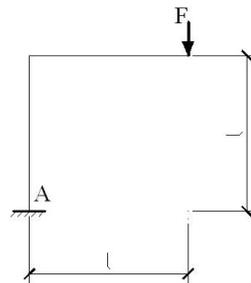
10. Определите усилие в стержне  $V_2$

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



11. Определите опорный момент в заделке A

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



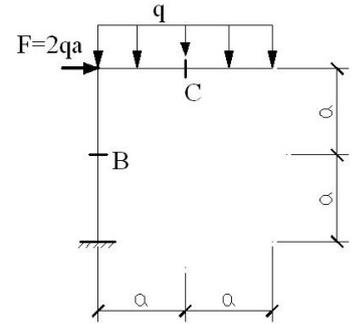
12. Определите угол поворота сечения B, используя правило Верещагина

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

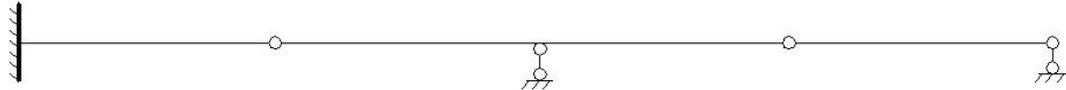


13. Определите изгибающий момент в сечении  $B$

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



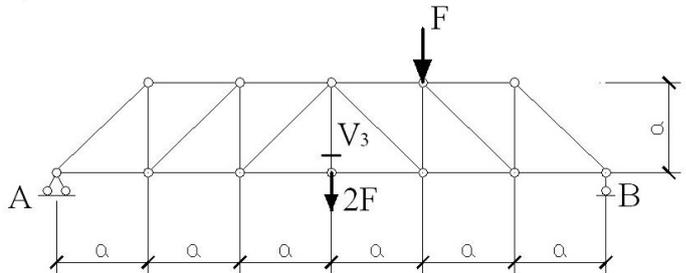
14. Определите число избыточных связей стержневой системы



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

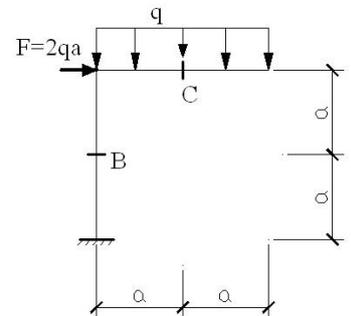
15. Определите усилие в стержне  $V_3$

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



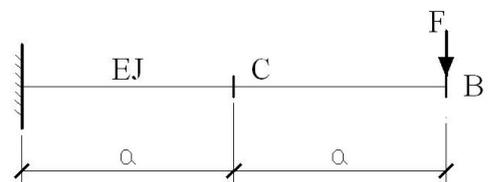
16. Определите продольную силу в сечении  $B$

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



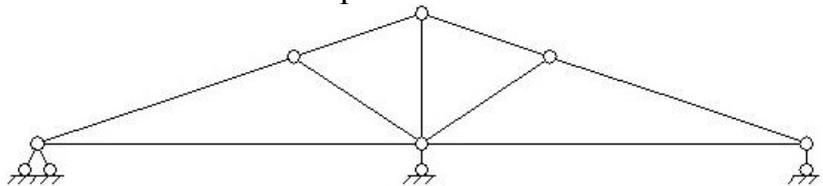
17. Определите вертикальное перемещение точки  $C$ , используя правило Верещагина

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



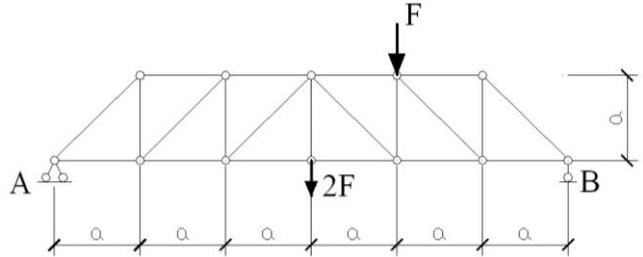
18. Определите число избыточных связей стержневой системы

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



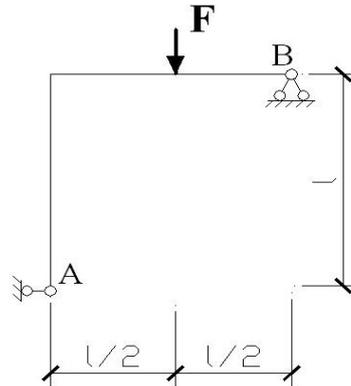
19. Определите опорную реакцию опоры  $B$

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



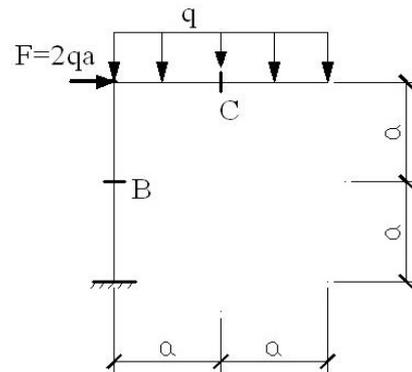
20. Определите реакцию опоры  $A$

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



21. Определите поперечную силу в сечении  $C$

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



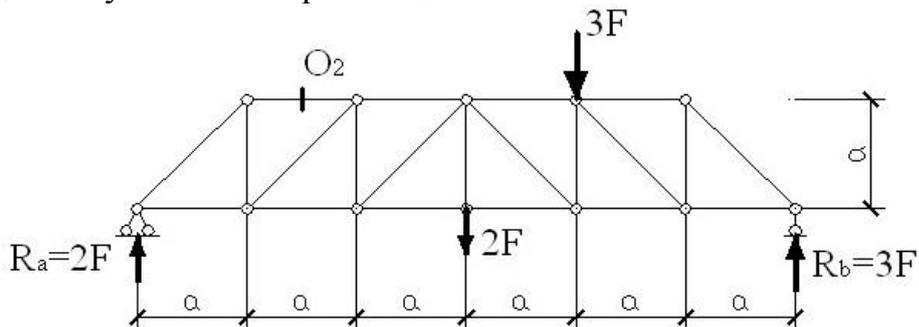
22. Определите вертикальное перемещение точки  $B$ , используя правило Верещагина

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



23. Определите усилие в стержне  $O_2$

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



#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Предмет и задачи строительной механики. Типы опор. Понятие о расчетной схеме. Классификация элементов сооружений.
2. Классификация расчетных схем. Классификация воздействий. Основные допущения статики стержневых систем.
3. Кинематический анализ. Определение числа степеней свободы. Определение числа лишних связей. Основные положения кинематического анализа. Статические и кинематические свойства расчетных схем сооружений и связь между ними.
4. Структурный анализ. Признаки правильного и неправильного соединения элементов системы между собой. Кратный шарнир. Фиктивный шарнир. Приемы для анализа сложных нетиповых схем (метод замены связей).
5. Расчёт многопролётных шарнирных балок (МШБ) на постоянную нагрузку. Кинематический и структурный анализ. Монтажная схема. Порядок определения опорных реакций и внутренних усилий в МШБ. Характерные особенности эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.
6. Расчет ферм. Классификация ферм. Кинематический и структурный анализ. Определение опорных реакций. Основная теорема для ферм. Аналитические методы определения усилий в стержнях ферм: вырезания узлов; рассечения на крупные части (способы моментных точек – Риттера, проекций); комбинированный. Признаки для определения «нулевых» стержней.
7. Расчёт статически определённых рам. Классификация расчетных схем рам. Кинематический и структурный анализ. Определение опорных реакций для различных типов рам и их проверки. Обобщение понятий об  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  для рам, правила знаков.
8. Расчёт статически определённых рам. Построение эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ . Первый и второй способы построения эпюр  $Q$  и  $N$ . Статические проверки эпюр. Использование симметрии.
9. Типы арок, очертание осей, сопоставление с балкой. Расчёт трёхшарнирной арки на вертикальную нагрузку: определение опорных реакций, внутренних усилий  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ . Понятие о рациональном очертании оси арки.
10. Понятие о линиях влияния. Статический и кинематический способы построения линий влияния опорных реакций, поперечных сил и изгибающих моментов в простых балках и МШБ. Особенности линий влияния
11. Понятие о линиях влияния. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм статическим методом. Особенности линий влияния. Отличие линий влияния при езде понизу и поверху.
12. Определение усилий по линиям влияния от различных видов нагрузок: сосредоточенной силы; сосредоточенной пары сил (момента); равномерно распределённой нагрузки.
13. Определение экстремальных значений усилий по линиям влия-

ния от временной нагрузки (распределенной нагрузки, гусеничной нагрузки, системы сосредоточенных сил); опасное положение временной нагрузки.

14. Теория определения перемещений. Понятие линейно и нелинейно деформируемой системе. Принцип суперпозиции (независимости действия сил). Принцип возможных перемещений. Универсальное обозначение перемещений. Групповые силы и обобщённые перемещения.
15. Теория определения перемещений. Собственная (действительная) и дополнительная (возможная) работа внешних сил. Дополнительная работа внутренних сил (сил упругости). Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений.
16. Формула Мора для определения перемещений от нагрузки, изменения температуры и смещения опор.
17. Правило Верещагина для вычисления интегралов. Примеры перемножения эпюр.
18. Расчёт статически неопределимых стержневых систем методом сил. Определение степени статической неопределимости (числа лишних связей). Основная система, основные неизвестные. Способы удаления связей при образовании основной системы.
19. Расчёт статически неопределимых стержневых систем методом сил на нагрузку. Канонические уравнения, их физический смысл. Определение коэффициентов и свободных членов уравнений при расчете на действие нагрузки. Построение окончательных эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ . Промежуточные и окончательные проверки в методе сил.
20. Расчёт статически неопределимых стержневых систем методом сил на изменение температуры и смещение опор.
21. Расчёт статически неопределимых стержневых систем методом сил. Учёт симметрии. Группировка неизвестных. Вычисление перемещений в статически неопределимых системах (теорема Уманского).
22. Расчёт статически неопределимых стержневых систем методом перемещений. Основная система, основные неизвестные.
23. Расчёт статически неопределимых стержневых систем методом перемещений. Канонические уравнения, их физический смысл. Определение коэффициентов и свободных членов статическим и кинематическим способами. Построение окончательных эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ . Проверки в методе перемещений.
24. Расчёт методом перемещений на изменение температуры и смещение опор. Особенности расчета рам с бесконечно жесткими элементами. Упрощения при расчете методом перемещений: учет симметрии, группировка неизвестных.
25. Основные разрешающие уравнения стержневых систем в матричной форме. (Уравнения равновесия, геометрические, физические). Статически определимые системы, порядок расчета. Принцип двойственности (статико-геометрическая аналогия).

26. Основные разрешающие уравнения стержневых систем в матричной форме смешанного метода. Уравнения метода перемещений в матричной форме записи.
27. Приближенные методы расчета в строительной механике. Метод конечных элементов. Основные понятия МКЭ. Виды конечных элементов и условия сопряжения между ними. Представление основных зависимостей в матричной форме. Матрица жесткости конструкции. Определение перемещений и усилий в элементах.

*вопросы для зачета*

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Незачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 14 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 14 до 20 баллов

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Классификация расчетных схем и воздействий	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
2	Кинематический и структурный анализ расчетных схем	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
3	Расчет статически определимых стержневых систем	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
4	Общая теория линий влияния. Основы расчета на временную нагрузку	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
5	Основные теоремы об упругих системах. Определение перемещений.	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
6	Расчет статически неопределимых систем методом сил	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
7	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
8	Основные положения матричных методов расчета стержневых систем.	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос

9	Основы метода конечных элементов (МКЭ) расчета конструкций	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
---	--	------	---------------------------

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Дарков А.В. , Шапошников Н.Н. Строительная механика: Учебник – 12-е изд. СПб.: Издательство «Лань», 2010 г. – 656 с.
2. Шапошников Н.Н. Строительная механика: учебник/ Н.Н. Шапошников, Р.Е. Кристаллинский, А.В. Дарков. – 13-е изд., перераб. и доп. – СПб: Лань, 2012. – 704 с.
3. Бабанов В.В. Строительная механика. В 2 т. Т.1 и Т.2 : учебник для студ. учреждений высш. учеб. заведений / В.В. Бабанов. - М : Академия, 2011. - 304 с.
4. Дарков А.В., Клейн Г.К. и др. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1976 г. – 600 с.
5. Рабинович И.М. Основы строительной механики стержневых систем. – М.: Стройиздат, 1960 г. – 520 с.
6. Киселев В.А. Строительная механика. Общий курс. – М.: Стройиздат, 1986 г. – 520 с.
7. Ржаницын А.Р. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1991 г. – 440 с.
8. Снитко Н.К. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1980 г. – 432 с.
9. 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. Леонтьев Н.Н., Соболев Д.Н., Амосов А.А. Основы строительной механики стержневых систем. – М.: Изд-во АСВ, 1996 г. – 541 с.

11. Смирнов А.Ф., Александров А.В. и др. Строительная механика. Стержневые системы. / Под ред. А.Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1981 г. – 512 с.

12. Кузьмин Н.Л., Рекач В.Г., Розенблат Г.И. Сборник задач по курсу строительной механики. – М.: Стройиздат, 1963 г. – 332 с.

## **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Освоение дисциплины «Строительная механика» основывается на использовании в процессе изучения теоретических разделов дисциплины и подготовки к практическим занятиям программного обеспечения Microsoft (PowerPoint, Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer), программных комплексов по МКЭ «ЛИРА», «STARK-ES»ПК. А также библиотеки программ, разработанных на кафедре строительной механики для решения различных задач.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Электронный каталог библиотеки ВГТУ.

Электронная библиотека [www.znanium.com](http://www.znanium.com).

Электронный портал научной литературы [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru).

[stroitmeh.ru](http://stroitmeh.ru) (электронный курс для студентов очной и заочной форм обучения).

[snipov.net](http://snipov.net) (Строительные нормы и правила, СНиПы. Нормативно-техническая документация).

<http://cchgeu.ru/> ВГТУ. Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для обеспечения усвоения студентами разделов рабочей программы на кафедре «Строительная механика» функционируют лаборатория механических испытаний, оборудованная испытательными машинами, установками и измерительными приборами и компьютерный класс кафедры, оснащенный персональными компьютерами с набором прикладных программ по дисциплине. Класс укомплектован специализированной (учебной) мебелью (столы, стулья), набором демонстрационного оборудования для представления информации: электронной интерактивной доской, мультимедиа-проектором, лазерными принтерами. Имеется выход в интернет.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Строительная механика» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета статически определимых систем, а также статически неопределимых систем методами сил, методом перемещений, расчета рам методом конечных элементов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.