

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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

дисциплины

*Б1.О.25 «СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА»*

для специальности

*23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей»*

по специализациям

*«Строительство магистральных железных дорог»,*

*«Мосты»,*

*«Тоннели и метрополитены»*

Форма обучения – очная, заочная

*«Управление техническим состоянием железнодорожного пути»*

Форма обучения – очная, заочная

*«Строительство дорог промышленного транспорта»*

Форма обучения – очная

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

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

Заведующего кафедрой

«Механика и прочность материалов и конструкций»

\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

\_\_\_\_\_ С.А. Видюшенков

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО

по специализации «Строительство магистральных железных дорог»

\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

\_\_\_\_\_ С.В. Шкурников

Руководитель ОПОП ВО

по специализации «Управление техническим состоянием железнодорожного пути»

\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

\_\_\_\_\_ А.В. Романов

Руководитель ОПОП ВО

по специализации «Мосты»

\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

\_\_\_\_\_ С.В. Чижов

Руководитель ОПОП ВО

по специализации «Тоннели и метрополитены»

\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

\_\_\_\_\_ А.П. Ледаев

Руководитель ОПОП ВО

по специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»

\_\_\_\_\_ А.Ф. Колос

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

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

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

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

Т а б л и ц а 2.1

Для очной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
<i>ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования</i>		
ОПК-1.2.1. Умеет решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук	<p><i>Обучающийся умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить кинематический анализ стержневых систем;</li> <li>– проводить расчеты на прочность статически определимых и статически неопределимых стержневых систем строительных конструкций</li> <li>–</li> <li>– подбирать рациональную форму и размеры поперечных сечений элементов конструкций;</li> <li>– определять усилия в стержневых системах</li> </ul>	<p>Вопросы к экзамену № 9-22 (модуль 1) Итоговый семестровый тест №1</p> <p>РГР 1, 2, 3, 4, 5, 6 Экзаменационные задачи Проверочные работы 1,2,3,4 Вопросы к экзамену № 1-8, 23-31, 49-92 (модуль 1), 1-46 (модуль 2), Итоговые семестровые тесты 1,2 Тест по лабораторным работам ТЛ1</p> <p>РГР 1,2,3,4 Проверочные работы 2,3 Экзаменационные задачи, Итоговые семестровые тесты 1,2</p> <p>Вопросы к экзаменам № 32 – 48 (модуль 1)</p>

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
	действия подвижных нагрузок;	РГР 1 Проверочная работа 1 Экзаменационная задача Итоговый семестровый тест 1
ОПК-1.3.1 Владеет навыками решения инженерных задач в профессиональной деятельности.	<p><i>Обучающийся владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками проводить расчеты на прочность и жесткость для стержневых систем строительных конструкций, при различных видах деформаций и при действии статических и динамических сил;</li> <li>– навыками выполнения статических и прочностных расчетов для проектирования строительства транспортных сооружений.</li> </ul>	<p>РГР 1, 2, 3, 4, 5, 6 Экзаменационные задачи Проверочные работы 1,2,3,4 Вопросы к экзамену № 1-8, 23-31, 49-92 (модуль 1), 1-46 (модуль 2), Итоговые семестровые тесты 1,2 Тест по лабораторным работам ТЛ1</p> <p>РГР 1,2,3,4,5,6 Проверочные работы 2,3,4 Экзаменационные задачи, Итоговые семестровые тесты 1,2</p>

Т а б л и ц а 2.2

Для заочной формы обучения кроме специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
<i>ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования</i>		
ОПК-1.2.1. Умеет решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук	<p><i>Обучающийся умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить кинематический анализ стержневых систем;</li> </ul>	Вопросы к экзамену № 9-22 (модуль 1) Контрольная работа 1 Итоговый семестровый тест №1

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить расчеты на прочность статически определимых и статически неопределимых стержневых систем строительных конструкций</li> <li>– подбирать рациональную форму и размеры поперечных сечений элементов конструкций;</li> <li>– определять усилия в стержневых системах от действия подвижных нагрузок;</li> </ul>	<p>Контрольные работы 1,2,3,4 Экзаменационные задачи РГР 1,2,3 Вопросы к экзамену № 1 – 8, 23-31, 53 – 60 (модуль 1), №1- 64 (модуль 2) Итоговые семестровые тесты 1,2</p> <p>Итоговый семестровый тест №1,2 РГР 1,2,3 Контрольная работа №2,3,4 Экзаменационные задачи</p> <p>Вопросы к экзамену № 32 – 52, (модуль 1), РГР 1 Контрольная работа 3 Экзаменационная задача Итоговый семестровый тест 1.</p>
ОПК-1.3.1 Владеет навыками решения инженерных задач в профессиональной деятельности.	<p><i>Обучающийся владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками проводить расчеты на прочность и жесткость для стержневых систем строительных конструкций, при различных видах деформаций и при действии статических и динамических сил;</li> <li>– навыками выполнения статических и прочностных расчетов для проектирования строительства транспортных сооружений.</li> </ul>	<p>Контрольные работы 1,2,3,4 Экзаменационные задачи РГР 1,2,3 Вопросы к экзамену № 1-8, 23-31, 49-60 (модуль 1), 1- 64 (модуль 2), Итоговые семестровые тесты 1,2</p> <p>Контрольные работы 1,2,3,4 Экзаменационные задачи Итоговые семестровые тесты №1, 2</p>

### Материалы для текущего контроля

Для проведения текущего контроля по дисциплине обучающийся должен выполнить следующие задания

#### Перечень и содержание расчетно-графических работ

## **Очная форма обучения, модуль 1.**

### **1. РГР1 "Расчет плоских статически определимых ферм"**

1. Построить линии влияния усилий в шести стержнях (по указанию преподавателя).
2. Определить усилия по линиям влияния в двух указанных стержнях от собственного веса, подвижного состава (временной нагрузки), а также расчетные усилия.
3. Подобрать симметричное сечение одного стержня (раскоса), составленного из нескольких прокатных профилей одного наименования.
4. Вычислить критическую силу для этого стержня и определить коэффициент запаса на устойчивость.
5. Определить коэффициент асимметрии цикла в рассматриваемом стержне.

### **2. РГР2 «Расчет трехшарнирных арок»**

1. Определить опорные реакции от постоянной нагрузки.
2. Построить эпюры внутренних усилий для балки и трехшарнирной арки.
3. Построить рациональную ось трехшарнирной арки.
4. Построить линии влияния внутренних усилий в заданном сечении.
5. Определить по линиям влияния внутренние усилия в заданном сечении от постоянной нагрузки.
6. Построить линии влияния ядровых моментов и вычислить расчетные напряжения.

Исходная информация

1. Размеры арки: Поперечное сечение: две прямоугольные арки шириной по 1,5 м, высотой 0,2 f.
2. Ось арки для четных вариантов - окружность, для нечетных -квадратная парабола

### **3. РГР3 «Расчет статически неопределимых рам методом сил»**

1. Установить степень статической неопределимости, выбрать основную систему (ОС) и лишние неизвестные.
2. Составить канонические уравнения.
3. Построить эпюры изгибающих моментов в основной системе от единичных неизвестных и заданной нагрузки.
4. Вычислить коэффициенты и свободные члены канонических уравнений и выполнить их проверку.
5. Решить канонические уравнения и выполнить проверку решения.
6. Построить эпюру изгибающих моментов и проверить удовлетворение условий совместности деформаций.
7. Построить эпюры поперечных и продольных сил, выполнить проверку эпюр M, Q и N по условиям равновесия всей рамы.
8. Подобрать размеры поперечных сечений рамы.

## **Очная форма обучения, модуль 2**

### **4. РГР4 «Расчет статически неопределимых рам методом перемещений»**

1. Установить степень кинематической неопределимости рамы и выбрать основную систему.
2. Составить канонические уравнения.
3. Построить эпюры изгибающих моментов от единичных перемещений и от заданной нагрузки в основной системе.
4. Найти коэффициенты и свободные члены канонических уравнений, используя таблицы.
5. Решить систему канонических уравнений. Сделать проверку решения.

6. Построить эпюру изгибающих моментов, проверить условия равновесия узлов по моментам и совместности перемещений, вычислив одну из двух величин - либо нулевое перемещение, либо свободный член канонических уравнений метода перемещений.
7. Построить эпюры поперечных и продольных сил.
8. Сделать проверку эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  по условиям равновесия всей рамы.
9. Подобрать размеры сечений элементов рамы из швеллера.
10. Найти перемещение точки приложения силы  $F$  по ее направлению.

### **5. РГР5. «Расчет плоской рамы на устойчивость методом перемещений»**

1. Определить степень кинематической неопределимости, назначить основную систему и неизвестные.
2. Записать уравнение устойчивости.
3. Построить эпюры, определить коэффициенты уравнения.
4. Найти диапазон значений параметра устойчивости.
5. Решить уравнения устойчивости.
6. Определить критические силы.
7. Определить возможную локальную потерю устойчивости отдельного элемента рамы.
8. Определить коэффициенты приведенных длин сжатых стержней.
9. Вычислить отношения перемещений при потере устойчивости. Изобразить возможную схему потери устойчивости рамы.

### **6. РГР6. «Расчет стержневых систем на колебания»**

1. Раскрыть статическую неопределимость двух рам, выбрав рациональный метод.
2. Определить собственную круговую частоту свободных колебаний.
3. Определить перемещение от статически приложенной силы.
4. Определить коэффициенты динамики.
5. Определить динамическую амплитуду колебаний.

### **Заочная форма обучения**

(кроме специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»), **модуль 1.**

#### **РГР1 «Расчет плоских статически определимых ферм»**

Статически определимая ферма нагружена равномерно распределенной нагрузкой  $q$  и сосредоточенными силами  $F_i$

Требуется:

1. Построить линии влияния усилий в трех отмеченных стержнях фермы.
2. Загрузить линии влияния заданной нагрузкой.
3. Определить усилия в отмеченных стержнях фермы.

### **Заочная форма обучения**

(кроме специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»), **модуль 2.**

#### **РГР2 «Расчет статически неопределимых рам методом сил»**

Дана статически неопределимая рама, нагруженная моментами  $M$ , равномерно распределенной нагрузкой  $q$  и сосредоточенными силами  $F_i$ .

Требуется:

1. Раскрыть статическую неопределимость рамы.
2. Построить эпюры изгибающего момента, поперечных и продольных сил.
3. Вычислить перемещение заданного сечения рамы.

#### **РГР3 «Расчет статически неопределимых рам методом перемещений»**

Дана статически неопределимая рама, нагруженная моментами  $M$ , равномерно

распределенной нагрузкой  $q$  и сосредоточенными силами  $F_i$ .

Требуется:

1. Раскрыть кинематическую неопределимость рамы.
2. Построить эпюры изгибающего момента, поперечных и продольных сил.
3. Вычислить перемещение заданного сечения рамы.

Задания для расчетно-графических работ представлены в электронной информационно-образовательной среде ПГУПС ([sdo.pgups.ru](http://sdo.pgups.ru)) в разделе «Самостоятельная работа».

## Перечень и содержание проверочных работ

### **Очная форма обучения, модуль 1.**

**1. ПР1.** Построение линий влияния усилий в стержнях статически определимой фермы.

Однопролетная статически определимая ферма нагружена единичным грузом, перемещающимся по ездовому поясу конструкции.

Требуется:

1. Построить линии влияния усилий в четырех отмеченных стержнях фермы.
2. Загрузить линии влияния заданной постоянной нагрузкой.
3. Вычислить усилия в отмеченных стержнях фермы от заданной постоянной нагрузки.

**2. ПР2.** Расчет симметричной статически неопределимой рамы на действие симметричной (кососимметричной) нагрузки с использованием метода сил.

Симметричная статически неопределимая рама нагружена равномерно распределенной нагрузкой  $q$ , сосредоточенными силами  $F_i$  и моментами  $M_j$ .

Требуется:

1. Раскрыть статическую неопределимость задачи.
2. Построить эпюры изгибающего момента, поперечных и продольных сил.
3. Подобрать поперечное сечение элементов рамы (в виде двутавра или швеллера).
4. Определить перемещение заданного сечения.

### **Очная форма обучения, модуль 2.**

**3. ПР3.** Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений.

Симметричная статически неопределимая рама нагружена равномерно распределенной нагрузкой  $q$ , сосредоточенными силами  $F_i$  и моментами  $M_j$ .

Требуется:

1. Раскрыть кинематическую неопределимость задачи.
2. Построить эпюры изгибающего момента, поперечных и продольных сил.
3. Подобрать поперечное сечение элементов рамы (в виде двутавра или швеллера).
4. Определить перемещение заданного сечения.

**4. ПР4.** Расчет на устойчивость статически неопределимой рамы методом перемещений.

Статически неопределимая рама нагружена осевыми сжимающими силами.

Требуется:

1. Построить единичные эпюры изгибающего момента, используя таблицы для сжато-изогнутых стержней.
2. Составить определитель из коэффициентов канонической системы уравнений.
3. Определить величину критического значения параметра сжимающей нагрузки.
4. Вычислить величины критических сил.



Перечень и содержание контрольных работ  
(для заочной формы обучения, кроме специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»)

**Модуль 1.**

**1. Контрольная работа № 1.**

**1.1.** Расчет многопролетной статически определимой балки.

Для многопролетной шарнирной балки требуется:

2. Вычертить в масштабе схему балки и указать основные размеры в метрах.
3. Проверить геометрическую неизменяемость системы.
4. Построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил от заданной нагрузки.
5. Построить линию влияния изгибающего момента в сечении  $m$ .
6. Загрузить эту линию влияния заданной нагрузкой и сопоставить полученное значение момента с величиной, полученной в п. 3.

**1.2.** Расчет трехшарнирной арки или рамы.

Для трехшарнирной арки или рамы требуется:

2. Определить аналитически опорные реакции, поперечную и продольную силы, изгибающий момент в заданном сечении от заданной нагрузки.
3. Построить линии влияния изгибающего момента, поперечной и продольной сил в заданном сечении.
4. Вычислить величины изгибающего момента, поперечной и продольной сил в рассматриваемом сечении по линиям влияния и сравнить их с полученными в п. 1 задания.

**2. Контрольная работа № 2.**

**2.1.** Расчет статически определимой фермы на подвижную нагрузку.

Для фермы требуется:

1. Определить аналитически усилия от собственного веса фермы  $q$ , равномерно распределенного по всей длине, в пяти элементах фермы, указанных в таблице.
2. Построить линии влияния усилий в тех же элементах; для всех линий влияния необходимо определить числовые значения характерных ординат.
3. Для одного стержня определить усилия от собственного веса с помощью линии влияния; сравнить полученные значения со значениями в аналитическом расчете по п. 1.
4. Для этого же стержня определить усилия от подвижной нагрузки, загружая линию влияния эквивалентной нагрузкой  $K14$ .
5. По результатам пп. 3 и 4 вычислить максимальное и минимальное усилие в стержне.

**Модуль 2.**

**3. Контрольная работа № 3.**

Расчет плоской рамы методом сил.

Для статически неопределимой рамы требуется:

1. Определить степень статической неопределимости.
2. Выбрать основную систему.
3. Составить систему канонических уравнений.
4. Вычислить коэффициенты и свободные члены канонических уравнений.
5. Проверить правильность подсчета коэффициентов и свободных членов канонических уравнений.
6. Решить систему канонических уравнений и проверить правильность этого решения.
7. Построить эпюру изгибающих моментов  $M$  в заданной системе и проверить правильность ее построения.
8. Построить эпюру поперечных сил  $Q$ .
9. Построить эпюру продольных сил  $N$ .

10. Выполнить статическую проверку рамы в целом.

#### 4. Контрольная работа № 4.

Расчет плоской рамы методом перемещений.

Для статически неопределимой рамы требуется:

1. Определить степень кинематической неопределимости рамы.
2. Выбрать основную систему.
3. Составить канонические уравнения.
4. Определить коэффициенты при неизвестных и свободные члены канонических уравнений.
5. Решить систему канонических уравнений и сделать проверку решения;
6. Построить эпюры: изгибающих моментов, поперечных сил, продольных сил.
7. Выполнить статическую проверку рамы в целом.

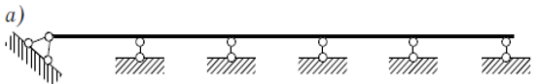
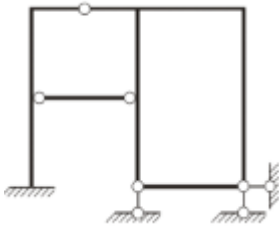
Задания для контрольных работ представлены в электронной информационно-образовательной среде ПГУПС ([sdo.pgups.ru](http://sdo.pgups.ru)) в разделе «Текущий контроль».

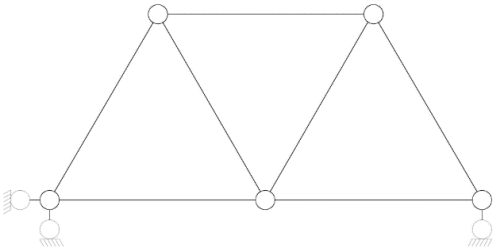
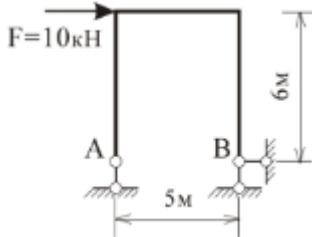
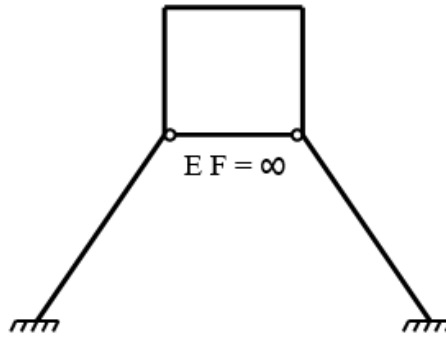
#### Перечень тестовых заданий

**Очная форма обучения, модуль 1.**

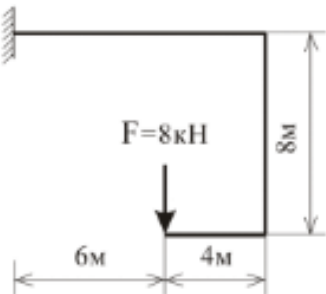
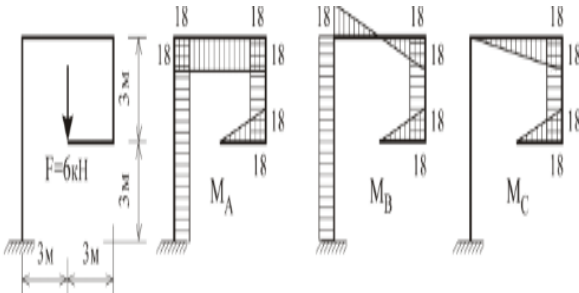
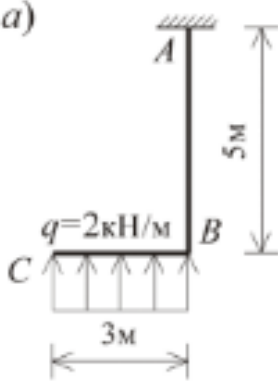
**Итоговый семестровый тест № 1.**

Примеры тестовых заданий:

Вопросы:	Варианты ответов
<p>1.Продemonстрируйте умение рассчитывать степень статической неопределимости моста, расчетная схема которого представлена в виде многопролетной балки</p>  <p>Степень статической неопределимости балки равна:</p>	Введите число.
<p>2.Продemonстрируйте умение определять число простых шарниров при определении степени статической неопределимости транспортной конструкции, расчетная схема которой представлена на рисунке:</p>  <p>Количество <math>\Pi_{\text{пр}} =</math></p>	Введите число.
<p>3. Продemonстрируйте умение определять число узлов в системе при проведение кинематического анализа для шарнирно-стержневых систем по формуле <math>W = 2U - C - C_0</math>:</p>	Введите число

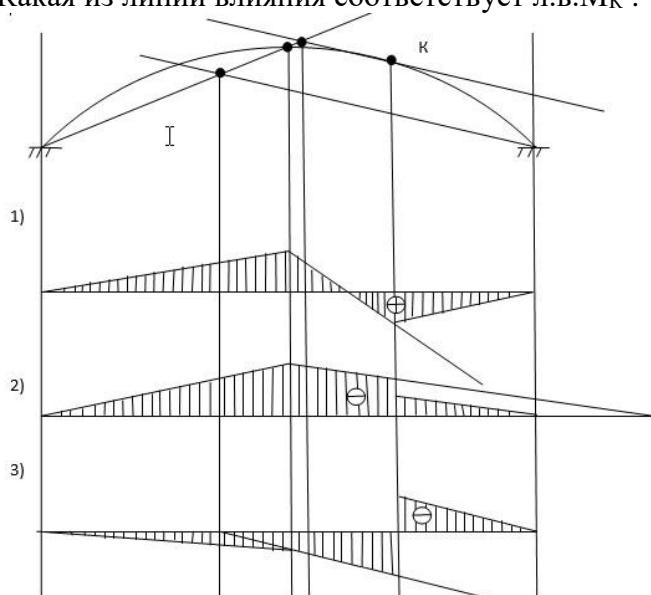
 <p>Число <math>Y=</math></p>	
<p>4. Продемонстрируйте умение определять вертикальную опорную реакцию A в строительной конструкции, расчетная схема которой представлена в виде статически определимой рамы при расчете на прочность.</p> 	<p>Введите значение по модулю в кН.</p>
<p>5. Продемонстрируйте умение определять степень статической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>  <p>Степень статической неопределимости рамы равна:</p>	<p>Введите число.</p>
<p>6. Продемонстрируйте умение определения усилий в стержневых конструкциях на действие подвижных нагрузок. Какой вариант загрузки линии влияния соответствует загрузению на минимум:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1</li> <li>• 2</li> <li>• 3</li> <li>• 4</li> </ul>

<p>7. Продемонстрируйте умение определения усилий в стержневых конструкциях на действие подвижных нагрузок. Какой вариант загрузки линии влияния соответствует загрузению на максимум:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1</li> <li>• 2</li> <li>• 3</li> <li>• 4</li> </ul>
<p>8. Продемонстрируйте умение определения усилий в стержневых конструкциях на действие подвижных нагрузок. По линиям влияния усилие от действия неподвижной равномерно распределенной нагрузки определяется по формуле: Выберите один из вариантов ответа на вопрос</p>	$1) S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot y_i$ $2) S_i = \sum_{i=1}^n q_i \cdot y_i$ $3) S_i = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \omega_i$ $4) S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \operatorname{tg} \alpha$ $5) S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \omega_i$
<p>9. Продемонстрируйте умение определения усилий в стержневых конструкциях на действие подвижных нагрузок. По линиям влияния усилие от действия неподвижной сосредоточенной нагрузки определяется по формуле: Выберите один из вариантов ответа на вопрос</p>	$1) S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot y_i$ $2) S_i = \sum_{i=1}^n q_i \cdot y_i$ $3) S_i = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \omega_i$ $4) S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \operatorname{tg} \alpha$

	$5) S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \omega_i$
<p>10. Продемонстрируйте навыки определения внутреннего усилия при выполнении статического и прочностного расчета для проектирования строительства транспортных сооружений на примере рамы, работающей на изгиб. Вычислите поперечную силу Q в заделке.</p> 	<p>Введите значение по модулю в кН.</p>
<p>11. Продемонстрируйте навыки расчета на прочность стержневой системы строительной конструкции на изгиб на примере статически определимой рамы. Какая из представленных эпюр изгибающего момента построена верно?</p> 	<p>1.Эпюра <math>M_A</math> 2.Эпюра <math>M_B</math> 3.Эпюра <math>M_C</math></p>
<p>12. Продемонстрируйте навыки определения вертикальной опорной реакции при выполнении статического и прочностного расчета для проектирования строительства транспортных сооружений на примере рамы, работающей на изгиб.</p>  <p>Вертикальная опорная реакция в заделке равна:</p>	<p>Введите значение по модулю в кН.</p>

13. Продемонстрируйте навыки определения усилий в конструкциях на действие подвижных нагрузок.  
Какая из линий влияния соответствует л.в.  $M_K$  :

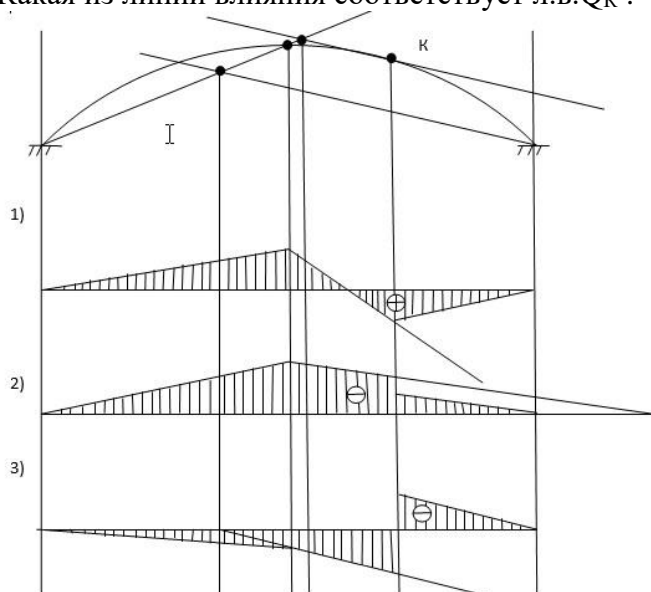
- 1
- 2
- 3



Выберите один вариант ответа на вопрос.

14. Продемонстрируйте навыки определения усилий в конструкциях на действие подвижных нагрузок.  
Какая из линий влияния соответствует л.в.  $Q_K$  :

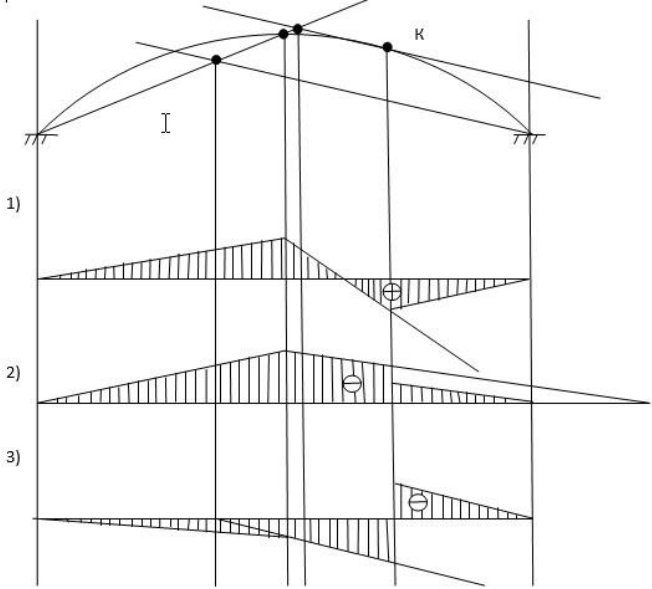
- 1
- 2
- 3



Выберите один вариант ответа на вопрос.

15. Продемонстрируйте навыки определения усилий в конструкциях на действие подвижных нагрузок.  
Какая из линий влияния соответствует л.в.  $N_K$  :

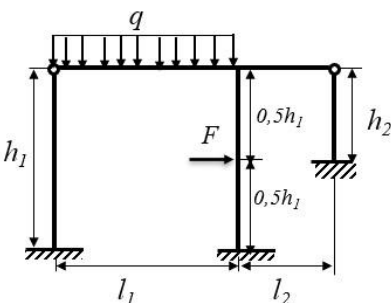
- 1
- 2
- 3

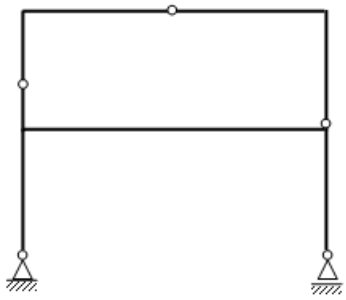
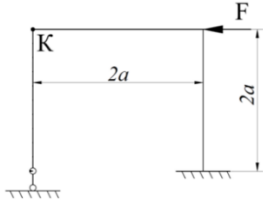
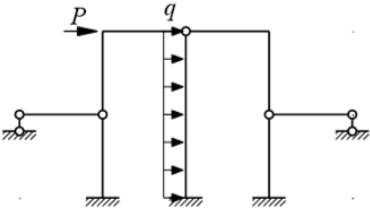
 <p>Выберите один вариант ответа на вопрос.</p>	
--	--

## Очная форма обучения, модуль 2.

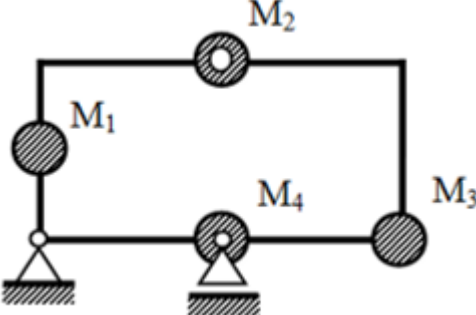
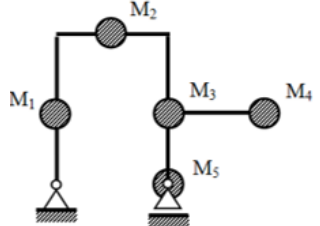
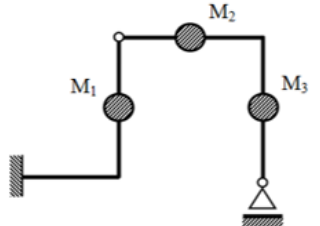
### Итоговый семестровый тест № 2.

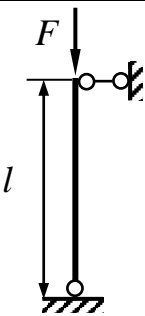
Примеры тестовых заданий:

Вопросы:	Варианты ответов
<p>1. Продемонстрируйте умение выбора рационального метода проверки несущей способности строительной конструкции, расчетная схема которой представлена на рисунке:</p>  <p>Высчитав степень статической неопределимости для метода сил и степени кинематической неопределимости для метода перемещений, сделайте вывод.</p>	<p>Рациональный метод.....</p>
<p>2. Продемонстрируйте умение определять степень кинематической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>	<p>Введите число.</p>

 <p>Степень кинематической неопределимости рамы равна:</p>	
<p>3. Продемонстрируйте умение выбора рационального метода проверки несущей способности строительной конструкции, расчетная схема которой представлена на рисунке:</p>  <p>Высчитав степень статической неопределимости для метода сил и степени кинематической неопределимости для метода перемещений, сделайте вывод.</p>	<p>Рациональный метод.....</p>
<p>4. Продемонстрируйте умение определять степень кинематической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>  <p>Степень кинематической неопределимости рамы равна:</p>	<p>Введите число.</p>
<p>5. При выборе основной системы метода перемещений используется следующее сочетание дополнительных наложенных связей: Выберите один ответ:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. шарнирно - неподвижные опоры и жесткие заделки</li> <li>2. шарнирно - неподвижные опоры и "плавающие" заделки</li> <li>3. линейные связи и "плавающие" заделки</li> <li>4. шарнирно - подвижные опоры (линейные связи) и жесткие заделки</li> </ol>
<p>6. Продемонстрируйте навыки определения динамической степени свободы при расчете на прочность транспортного перехода, расчетная схема которого представлена на рисунке:</p>	<p>Введите число.</p>



 <p>Динамическая степень свободы равна:</p>	
<p>7. Продемонстрируйте навыки определения динамической степени свободы при расчете на прочность транспортного перехода, расчетная схема которого представлена на рисунке:</p>  <p>Динамическая степень свободы равна:</p>	<p>Введите число.</p>
<p>8. Коэффициент динамики – это коэффициент, который показывает...</p> <p>Выберите один ответ:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. частоту вынужденных колебаний.</li> <li>2. во сколько раз результат динамического воздействия превышает результат статического.</li> <li>3. во сколько раз частота свободных колебаний больше (меньше) частоты вынужденных колебаний.</li> </ol>
<p>9. Коэффициенты канонических уравнений при расчете на устойчивость это ...</p> <p>Выберите один ответ:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. реакции в дополнительных связях от единичных кинематических воздействий.</li> <li>2. реакции в отброшенных связях от единичных кинематических воздействий.</li> <li>3. усилия в дополнительных связях от единичных силовых воздействий</li> </ol>
<p>10. Продемонстрируйте навыки определения динамической степени свободы при расчете на прочность транспортного перехода, расчетная схема которого представлена на рисунке:</p> 	<p>Введите число.</p>

Динамическая степень свободы равна:		
<p>11. Продемонстрируйте умение вычислять критическое напряжение в центрально сжатом стержне. Стойка представляет собой стержень круглого сечения диаметром <math>d = 4</math> см, нагруженный внешней силой <math>F</math>. Модуль упругости материала <math>E = 2 \cdot 10^5</math> МПа, длина <math>l = 2</math> м. Значение критического напряжения равно ... (при расчете принять <math>\pi^2 \approx 10</math>)</p>		Введите ответ в МПа
<p>12. Продемонстрируйте навыки расчета собственной круговой частоты свободных колебаний транспортной системы с одной степенью свободы, если <math>m = 1</math> т, а <math>\delta_{ст} = 2,5 \cdot 10^{-6}</math> м/Н</p> <p>Круговая частота свободных колебаний <math>\omega</math> равна:</p>		Введите значение в $c^{-1}$ .
<p>13. Отметьте позиции, относящиеся к понятию «резонанс»</p> <p>Выберете правильные ответы:</p>		<p>1. Совпадение частоты возмущения с собственной частотой.</p> <p>2. Близость частоты возмущения с собственной частотой.</p> <p>3. Значительное увеличение амплитуды колебаний.</p> <p>4. Волнообразное изменение амплитуды колебаний.</p>
<p>14. Продемонстрируйте навыки расчета собственной круговой частоты свободных колебаний транспортной системы с одной степенью свободы, если <math>m = 250</math> кг, а <math>\delta_{ст} = 2,5 \cdot 10^{-6}</math> м/Н</p> <p>Круговая частота свободных колебаний <math>\omega</math> равна:</p>		Введите значение в $c^{-1}$ .
<p>15. Из каких элементов состоит основная система метода перемещений?</p> <p>Выберите один ответ:</p>		<p>1. с двумя защемленными концами, с одним защемленным и другим шарнирным концами</p> <p>2. с двумя защемленными концами с консолями</p> <p>3. с одним защемленным и другим шарнирным концами и консолями</p> <p>4. с одним защемленным и двумя шарнирным концами</p> <p>5. с одним свободным и другим защемленным концами</p>

Итоговые семестровые тесты №1, 2 содержат по 10 вопросов из банка вопросов.

**Заочная форма обучения**, кроме специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»

**Модуль 1:** Итоговый семестровый тест № 1.

**Модуль 2:** Итоговый семестровый тест № 2.

Итоговые семестровые тесты № 1, 2 для заочной формы обучения содержат по 10 вопросов из банка вопросов (банк вопросов общий для всех форм обучения).

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

Задания для контрольных работ представлены в электронной информационно-образовательной среде ПГУПС ([sdo.pgups.ru](http://sdo.pgups.ru)) в разделе «Текущий контроль».

### **Материалы для промежуточной аттестации**

#### Перечень вопросов к экзамену

Для очной формы обучения, **Модуль 1.**

Все вопросы проверяют освоение индикаторов ОПК-1.2.1 и ОПК-1.3.1

- 1.Какая наука называется строительной механикой?
- 2.Как определяется изгибающий момент в сечении элемента статически определимой стержневой системы (с пояснениями и рисунком)?
- 3.Как определяется поперечная сила в сечении элемента статически определимой стержневой системы (с пояснениями и рисунком)?
- 4.Как определяется продольная сила в сечении элемента статически определимой стержневой системы (с пояснениями и рисунком)?
- 5.Как определяется знак изгибающего момента в сечении элемента стержневой системы (с пояснениями и рисунком)?
- 6.Как определяется знак поперечной силы в сечении элемента стержневой систем (с пояснениями и рисунком)?
7. Как определяется знак продольной силы в сечении элемента стержневой системы (с пояснениями и рисунком)?
- 8.Какой дифференциальной зависимостью связаны  $M$  и  $Q$  в элементах конструкций?
- 9.Какие системы называются геометрически неизменяемыми, геометрически изменяемыми, мгновенно изменяемыми?
- 10.С какой целью производится кинематический анализ?
- 11.Что называется «диском», простой кинематической связью? С какой целью производится кинематический анализ сооружений?
- 12.В какой последовательности проводится кинематический анализ плоских стержневых систем?
- 13.Сколько степеней свободы на плоскости имеет точка, диск?
- 14.Запишите формулу для определения числа степеней свободы для плоской шарнирно-стержневой системы (с пояснениями).
- 15.Запишите формулу для определения числа степеней свободы плоской шарнирно-дисковой системы (с пояснениями).
- 16.Как образовать геометрически неизменяемую плоскую систему из двух дисков с помощью минимального числа связей?

17. Какообразовать геометрически неизменяемую систему из трех дисков с помощью минимального числа связей?
18. Какие системы называют стержневыми? Что понимается под плоской стержневой системой, пространственной стержневой системой и плоско-пространственной?
19. Какие типы опор в плоских системах Вы знаете? Какими характеристиками они обладают?
20. Какой шарнир в плоских системах называют простым, какой сложным, как определяется кратность сложного шарнира?
21. Что называется расчетной схемой сооружения, перечислите основные элементы расчетных схем?
22. Какие системы называются статически определимыми, статически неопределимыми?
23. Особенности работы трехшарнирных систем при действии вертикальной нагрузки.
24. Как определяются опорные реакции в трехшарнирных арках с опорами на одном уровне при действии произвольной нагрузки?
25. Как определяются опорные реакции в трехшарнирных арках с опорами на одном уровне при действии вертикальной нагрузки?
26. Приведите примеры арки с затяжкой. Какие затяжки применяют в трехшарнирных арках?
27. По какой формуле определяется через балочную функцию изгибающий момент в сечении трехшарнирной арки при действии вертикальных нагрузок (с пояснениями)?
28. По какой формуле определяется через балочную функцию поперечная сила в сечении трехшарнирной арки при действии вертикальных нагрузок (с пояснениями)?
29. По какой формуле определяется через балочную функцию продольная сила в сечении трехшарнирной арки при действии вертикальных нагрузок (с пояснениями)?
30. По какой формуле определяется через балочную функцию распор в сечении трехшарнирной арки при действии вертикальной нагрузки (с пояснениями)?
31. Какое очертание оси арки называется рациональным? Приведите уравнение рациональной оси арки (с пояснениями).
32. Какая ферма называется плоской, какие допущения принимаются при расчете плоских ферм?
33. По каким признакам классифицируются фермы?
34. По какой формуле определяется необходимое условие геометрической неизменяемости плоских простейших ферм?
35. Перечислите способы построения линий влияния продольных сил в стержнях простых ферм.
36. Поясните способ моментной точки при построении линии влияния продольной силы в стержне фермы (на примере).
37. Поясните способ проекций при построении линии влияния продольной силы в стержне фермы (на примере).
38. Поясните способ вырезания узлов при построении линии влияния продольной силы в стержне фермы (на примере).
39. Что называется «линией влияния» (определение), для чего она строится?
40. Как определить усилие по линии влияния от действия сосредоточенных сил, распределенных нагрузок? (с пояснениями).
41. Постройте линии влияния опорных реакций в балочной ферме, консольной ферме.
42. Перечислите категории стержней в шпренгельной ферме, объясните построение линий влияний в стержнях 1-ой категории.
43. Поясните построение линий влияний N в стержнях 2-ой категории шпренгельных ферм.
44. Поясните построение линий влияния N в стержнях 3-й категории шпренгельных ферм.
45. Поясните построение линий влияния N в стержнях 4-ой категории шпренгельных ферм.

46. Приведите формулы (с пояснениями) для определения расчетных усилий в стержнях ферм.
47. Понятие об эквивалентной нагрузке, от чего зависит величина эквивалентной нагрузки.
48. Из каких отрезков состоит линия влияния  $N$  в стержне простой фермы?
49. Постройте линию влияния распора в трехшарнирной арке.
50. Постройте линию влияния изгибающего момента в сечении арки любым известным Вам способом.
51. Постройте линию влияния поперечной силы в сечении арки любым известным Вам способом.
52. Постройте линию влияния продольной силы в сечении арки любым известным Вам способом.
53. Приведите уравнения равновесия, с помощью которых определяются изгибающий момент, поперечная и продольная силы в сечении арки? (с пояснениями).
54. Сформулируйте и прокомментируйте теорему о взаимности возможных работ (Бетти).
55. Сформулируйте теорему Максвелла о взаимности перемещений.
56. Сформулируйте прием Верещагина для перемножения эпюр.
57. Запишите и поясните формулу трапеций.
58. Запишите и поясните формулу Симпсона.
59. Запишите формулу Мора для определения перемещений в пространственной системе.
60. Запишите формулу Мора для плоской системы и дайте ее анализ.
61. Статически неопределимые стержневые системы - определение. Степень статической неопределимости рам.
62. Основные отличия статически неопределимых систем от статически определимых.
63. Назовите основные методы расчета статически неопределимых систем.
64. Метод сил. Заданная и основная системы, "лишние" неизвестные.
65. Изобразите трижды статически неопределимую раму, ее основную систему и неизвестные.
66. Метод сил. Запишите канонические уравнения с пояснениями.
67. Каков физический смысл коэффициентов при неизвестных уравнений метода сил.
68. Каков физический смысл свободных членов в уравнениях метода сил?
69. Каков физический смысл произведений  $\delta_{11} x_1$ ;  $\delta_{12} x_2$ ; и. т. д.?
70. Определение коэффициентов при неизвестных канонических уравнений метода сил.
71. Проверка коэффициентов при неизвестных в канонических уравнениях метода сил.
72. Определение свободных членов в канонических уравнениях метода сил.
73. Проверка свободных членов в канонических уравнениях метода сил.
74. Построение результирующей эпюры изгибающих моментов в раме при расчете методом сил.
75. Проверка результирующей эпюры изгибающих моментов в раме при расчете методом сил.
76. Правило знаков, используемое при построении эпюры поперечных сил в раме по эпюре моментов.
77. Построение результирующей эпюры поперечных сил в раме при расчете методом сил.
78. Правила знаков для продольных сил в раме.
79. Построение результирующей эпюры продольных сил в раме при расчете методом сил.
80. Статическая проверка правильности результирующих эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  в рамах.
81. Запишите и прокомментируйте канонические уравнения метода сил при расчете на температуру.
82. Запишите и прокомментируйте канонические уравнения метода сил при расчете на осадку опор.
83. Что понимается под упругой симметрией рам?
84. Перечислите упрощения в расчете упруго-симметричных рам методом сил при использовании симметричной основной системы.

85. Какие упрощения в расчете упруго-симметричных рам методом сил вносит использование симметрии нагрузки?
86. Какие упрощения в расчете упруго-симметричных рам методом сил вносит использование групповых неизвестных. Поясните на примере?
87. Запишите и прокомментируйте формулу для определения перемещений от действия температуры в статически определимой раме?
88. Чем отличается реагирование статически определимых и статически неопределимых стержневых систем на действие температуры и смещение опор?
89. Определение перемещений в статически неопределимых рамах (с комментариями).
90. Плоско-пространственные рамы – определение, основная система, ненулевые неизвестные метода сил.
91. Многопролетная неразрезная балка – рациональная основная система метода сил, особенности матрицы коэффициентов при неизвестных.
92. Статически неопределимые фермы – основная система метода сил, лишние неизвестные, особенность определения коэффициентов при неизвестных и свободных членов.

Для заочной формы обучения, кроме специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»

### **Модуль 1.**

1. Какая наука называется строительной механикой?
2. Как определяется изгибающий момент в сечении элемента статически определимой стержневой системы (с пояснениями и рисунком)?
3. Как определяется поперечная сила в сечении элемента статически определимой стержневой системы (с пояснениями и рисунком)?
4. Как определяется продольная сила в сечении элемента статически определимой стержневой системы (с пояснениями и рисунком)?
5. Как определяется знак изгибающего момента в сечении элемента стержневой системы (с пояснениями и рисунком)?
6. Как определяется знак поперечной силы в сечении элемента стержневой системы (с пояснениями и рисунком)?
7. Как определяется знак продольной силы в сечении элемента стержневой системы (с пояснениями и рисунком)?
8. Какой дифференциальной зависимостью связаны  $M$  и  $Q$  в элементах конструкций?
9. Какие системы называются геометрически неизменяемыми, геометрически изменяемыми, мгновенно изменяемыми?
10. С какой целью производится кинематический анализ?
11. Что называется «диском», простой кинематической связью? С какой целью производится кинематический анализ сооружений?
12. В какой последовательности проводится кинематический анализ плоских стержневых систем?
13. Сколько степеней свободы на плоскости имеет точка, диск?
14. Запишите формулу для определения числа степеней свободы для плоской шарнирно-стержневой системы (с пояснениями).
15. Запишите формулу для определения числа степеней свободы плоской шарнирно-дисковой системы (с пояснениями).
16. Как образовать геометрически неизменяемую плоскую систему из двух дисков с помощью минимального числа связей?
17. Как образовать геометрически неизменяемую систему из трех дисков с помощью минимального числа связей?
18. Какие системы называют стержневыми? Что понимается под плоской стержневой системой, пространственной стержневой системой и плоско-пространственной?

19. Какие типы опор в плоских системах Вы знаете? Какими характеристиками они обладают?
20. Какой шарнир в плоских системах называют простым, какой сложным, как определяется кратность сложного шарнира?
21. Что называется расчетной схемой сооружения, перечислите основные элементы расчетных схем?
22. Какие системы называются статически определимыми, статически неопределимыми?
23. Особенности работы трехшарнирных систем при действии вертикальной нагрузки.
24. Как определяются опорные реакции в трехшарнирных арках с опорами на одном уровне при действии произвольной нагрузки?
25. Как определяются опорные реакции в трехшарнирных арках с опорами на одном уровне при действии вертикальной нагрузки?
26. Приведите примеры арки с затяжкой. Какие затяжки применяют в трехшарнирных арках?
27. По какой формуле определяется через балочную функцию изгибающий момент в сечении трехшарнирной арки при действии вертикальных нагрузок (с пояснениями)?
28. По какой формуле определяется через балочную функцию поперечная сила в сечении трехшарнирной арки при действии вертикальных нагрузок (с пояснениями)?
29. По какой формуле определяется через балочную функцию продольная сила в сечении трехшарнирной арки при действии вертикальных нагрузок (с пояснениями)?
30. По какой формуле определяется через балочную функцию распор в сечении трехшарнирной арки при действии вертикальной нагрузки (с пояснениями)?
31. Какое очертание оси арки называется рациональным? Приведите уравнение рациональной оси арки (с пояснениями).
32. Какая ферма называется плоской, какие допущения принимаются при расчете плоских ферм?
33. По каким признакам классифицируются фермы?
34. По какой формуле определяется необходимое условие геометрической неизменяемости плоских простейших ферм?
35. Перечислите способы построения линий влияния продольных сил в стержнях простых ферм.
36. Поясните способ моментной точки при построении линии влияния продольной силы в стержне фермы (на примере).
37. Поясните способ проекций при построении линии влияния продольной силы в стержне фермы (на примере).
38. Поясните способ вырезания узлов при построении линии влияния продольной силы в стержне фермы (на примере).
39. Что называется «линией влияния» (определение), для чего она строится?
40. Как определить усилие по линии влияния от действия сосредоточенных сил, распределенных нагрузок? (с пояснениями).
41. Постройте линии влияния опорных реакций в балочной ферме, консольной ферме.
42. Перечислите категории стержней в шпренгельной ферме, объясните построение линий влияний в стержнях 1-ой категории.
43. Поясните построение линий влияний N в стержнях 2-ой категории шпренгельных ферм.
44. Поясните построение линий влияния N в стержнях 3-й категории шпренгельных ферм.
45. Поясните построение линий влияния N в стержнях 4-ой категории шпренгельных ферм.
46. Приведите формулы (с пояснениями) для определения расчетных усилий в стержнях ферм.
47. Понятие об эквивалентной нагрузке, от чего зависит величина эквивалентной нагрузки.
48. Из каких отрезков состоит линия влияния N в стержне простой фермы?

49. Постройте линию влияния распора в трехшарнирной арке.
50. Постройте линию влияния изгибающего момента в сечении арки любым известным Вам способом.
51. Постройте линию влияния поперечной силы в сечении арки любым известным Вам способом.
52. Постройте линию влияния продольной силы в сечении арки любым известным Вам способом.
53. Приведите уравнения равновесия, с помощью которых определяются изгибающий момент, поперечная и продольная силы в сечении арки? (с пояснениями).
54. Сформулируйте и прокомментируйте теорему о взаимности возможных работ (Бетти).
55. Сформулируйте теорему Максвелла о взаимности перемещений.
56. Сформулируйте прием Верещагина для перемножения эпюр.
57. Запишите и поясните формулу трапеций.
58. Запишите и поясните формулу Симпсона.
59. Запишите формулу Мора для определения перемещений в пространственной системе.
60. Запишите формулу Мора для плоской системы и дайте ее анализ.

#### Для очной формы обучения, **Модуль 2.**

1. Как определяется перемещение в статически неопределимых стержневых системах?
2. Кинематическая неопределимость рамы и ее степень.
3. Из чего складывается и как подсчитывается общее число неизвестных в методе перемещений (с пояснениями)?
4. Метод перемещений - основная система (с пояснениями).
5. Метод перемещений - канонические уравнения (с пояснениями).
6. Приведите пример три раза кинематически неопределимой рамы (покажите основную систему и неизвестные).
7. Определение количества линейных связей для создания основной системы метода перемещений (с пояснениями).
8. Что представляют собой неизвестные метода перемещений?
9. Каков физический смысл коэффициентов уравнений метода перемещений?
10. Каков физический смысл свободных членов уравнений метода перемещений?
11. Каков физический смысл канонических уравнений метода перемещений?
12. Реакции опор и эпюра моментов от единичного поворота заделки в статически неопределимой балке, защемленной на одном конце и шарнирно опертой на другом.
13. Как проверяются коэффициенты уравнений метода перемещений (с пояснениями)?
14. Как проверяются свободные члены уравнений метода перемещений (с пояснениями)?
15. Сформулируйте теорему Релея о взаимности реакций.
16. Как проверяется окончательная эпюра изгибающих моментов метода перемещений?
17. Сформулируйте теорему Релея – Гвоздева о взаимности реакций и перемещений.
18. На какие типы подразделяются коэффициенты и свободные члены уравнений метода перемещений?
19. Статический метод определения коэффициентов и свободных членов уравнений метода перемещений.
20. Запишите формулу для определения коэффициентов в уравнениях метода перемещений перемножением эпюр (с пояснением).
21. По какой формуле строится результирующая эпюра изгибающих моментов в методе перемещений? (с пояснениями)
22. Запишите формулу для определения свободных членов в уравнениях метода перемещений перемножением эпюр (с пояснением).



23. В чем состоит особенность расчета рам с наклонными стойками методом перемещений?
24. Приведите пример симметричной рамы и выберите для нее основную систему метода перемещений с использованием групповых неизвестных.
25. Какие Вы знаете способы проверки результирующих эпюр метода перемещений? (с пояснениями)
26. Чем отличается определение числа неизвестных методов сил и перемещений?
27. Чем отличаются канонические уравнения методов сил и перемещений?
28. Чем отличаются основные системы методов сил и перемещений?
29. Чем отличаются коэффициенты и свободные члены методов сил и перемещений?
30. Чем отличается построение единичных эпюр в методах сил и перемещений?
31. Чем отличается построение грузовых эпюр от внешних нагрузок в методах сил и перемещений?
32. Для каких рам выгодно применять метод сил?
33. Для каких рам выгодно применять метод перемещений?
34. Понятие об устойчивости сооружений. Примеры.
35. Основные цели при расчете на устойчивость?
36. Перечислите основные виды потери устойчивости (примеры).
37. Методы расчета на устойчивость.
38. Понятие о статическом методе расчета на устойчивость.
39. Понятие об энергетическом методе расчета на устойчивость.
40. Понятие о динамическом методе расчета на устойчивость.
41. По каким формулам вычисляются  $\dot{u}$  и  $v$  при расчете на устойчивость (с пояснениями).
42. Основные допущения при расчете рам на устойчивость методом перемещений.
43. Расчет плоских рам на устойчивость методом перемещений - канонические уравнения метода перемещений (с пояснениями).
44. Перечислите названия следующей расчетной информации- $F$ ,  $J$ ,  $\dot{u}$ ,  $v$ ?
45. Когда и как производится оценка локальной потери устойчивости рамы?
46. Как производится оценка границ изменения параметра устойчивости  $v$ ?
45. С какой целью определяют границы изменения параметра устойчивости  $v$ ?
47. Основные понятия и задачи динамики сооружений. Степени свободы.
48. Перечислите названия следующих параметров, используемых в динамических расчетах:  $\omega$ ,  $T$ ,  $\theta$ ,  $K_d$ .
49. Перечислите основные виды динамических нагрузок.
50. Запишите выражение для коэффициента динамики в системе одной степенью свободы? (с пояснениями)
51. Запишите частотное (вековое) уравнение собственных колебаний для системы с двумя степенями свободы.
52. Запишите формулу для определения собственной круговой частоты системы с одной степенью свободы (с пояснениями).
53. Запишите уравнения для расчета системы с двумя степенями свободы при действии вибрационной нагрузки (с пояснениями).
54. Резонансные состояния и их опасность.
55. Меры борьбы с резонансом и вибрацией.
56. Какие приемы применяют для уменьшения собственной частоты колебаний системы?

Для заочной формы обучения, кроме специализации «Строительство дорог  
промышленного транспорта»

## Модуль 2.

1. Статически неопределимые стержневые системы - определение. Степень статической неопределимости рам.
2. Основные отличия статически неопределимых систем от статически определимых.
3. Назовите основные методы расчета статически неопределимых систем.
4. Метод сил. Заданная и основная системы, "лишние" неизвестные.
5. Изобразите трижды статически неопределимую раму, ее основную систему и неизвестные.
6. Метод сил. Запишите канонические уравнения с пояснениями.
7. Каков физический смысл коэффициентов при неизвестных уравнений метода сил.
8. Каков физический смысл свободных членов в уравнениях метода сил?
9. Каков физический смысл произведений  $\delta_{11} x_1$ ;  $\delta_{12} x_2$ ; и. т. д.?
10. Определение коэффициентов при неизвестных канонических уравнений метода сил.
11. Проверка коэффициентов при неизвестных в канонических уравнениях метода сил.
12. Определение свободных членов в канонических уравнениях метода сил.
13. Проверка свободных членов в канонических уравнениях метода сил.
14. Построение результирующей эпюры изгибающих моментов в раме при расчете методом сил.
15. Проверка результирующей эпюры изгибающих моментов в раме при расчете методом сил.
16. Правило знаков, используемое при построении эпюры поперечных сил в раме по эпюре моментов.
17. Построение результирующей эпюры поперечных сил в раме при расчете методом сил.
18. Правила знаков для продольных сил в раме.
19. Построение результирующей эпюры продольных сил в раме при расчете методом сил.
20. Статическая проверка правильности результирующих эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  в рамах.
21. Как определяется перемещение в статически неопределимых стержневых системах?
22. Кинематическая неопределимость рамы и ее степень.
23. Из чего складывается и как подсчитывается общее число неизвестных в методе перемещений (с пояснениями)?
24. Метод перемещений - основная система (с пояснениями).
25. Метод перемещений - канонические уравнения (с пояснениями).
26. Приведите пример три раза кинематически неопределимой рамы (покажите основную систему и неизвестные).
27. Определение количества линейных связей для создания основной системы метода перемещений (с пояснениями).
28. Что представляют собой неизвестные метода перемещений?
29. Каков физический смысл коэффициентов уравнений метода перемещений?
30. Каков физический смысл свободных членов уравнений метода перемещений?
31. Каков физический смысл канонических уравнений метода перемещений?
32. Реакции опор и эпюра моментов от единичного поворота заделки в статически неопределимой балке, защемленной на одном конце и шарнирно опертой на другом.
33. Как проверяются коэффициенты уравнений метода перемещений (с пояснениями)?
34. Как проверяются свободные члены уравнений метода перемещений (с пояснениями)?
35. Запишите формулу для определения коэффициентов в уравнениях метода перемещений перемножением эпюр (с пояснением).
36. По какой формуле строится результирующая эпюра изгибающих моментов в методе перемещений? (с пояснениями)
37. Запишите формулу для определения свободных членов в уравнениях метода перемещений перемножением эпюр (с пояснением).
38. В чем состоит особенность расчета рам с наклонными стойками методом перемещений?

39. Приведите пример симметричной рамы и выберите для нее основную систему метода перемещений с использованием групповых неизвестных.
40. Какие Вы знаете способы проверки результирующих эпюр метода перемещений? (с пояснениями)
41. Чем отличается определение числа неизвестных методов сил и перемещений?
42. Чем отличаются канонические уравнения методов сил и перемещений?
43. Чем отличаются основные системы методов сил и перемещений?
44. Чем отличаются коэффициенты и свободные члены методов сил и перемещений?
45. Чем отличается построение единичных эпюр в методах сил и перемещений?
46. Чем отличается построение грузовых эпюр от внешних нагрузок в методах сил и перемещений?
47. Для каких рам выгодно применять метод сил?
48. Для каких рам выгодно применять метод перемещений?
49. Понятие об устойчивости сооружений. Примеры.
50. Основные цели при расчете на устойчивость?
51. Перечислите основные виды потери устойчивости (примеры).
52. Методы расчета на устойчивость.
53. По каким формулам вычисляются  $\dot{\epsilon}$  и  $\nu$  при расчете на устойчивость (с пояснениями).
54. Основные допущения при расчете рам на устойчивость методом перемещений.
55. Расчет плоских рам на устойчивость методом перемещений - канонические уравнения метода перемещений (с пояснениями).
56. Перечислите названия следующей расчетной информации- $F$ ,  $J$ ,  $\dot{\epsilon}$ ,  $\nu$ ?
57. Основные понятия и задачи динамики сооружений. Степени свободы.
58. Перечислите названия следующих параметров, используемых в динамических расчетах:  $\omega$ ,  $T$ ,  $\theta$ ,  $K_d$ .
59. Перечислите основные виды динамических нагрузок.
60. Запишите выражение для коэффициента динамики в системе одной степенью свободы? (с пояснениями)
61. Запишите формулу для определения собственной круговой частоты системы с одной степенью свободы (с пояснениями).
62. Резонансные состояния и их опасность.
63. Меры борьбы с резонансом и вибрацией.
64. Какие приемы применяют для уменьшения собственной частоты колебаний системы?

### Перечень и содержание экзаменационных задач

**Экзаменационная задача Э-1.** Дана статически определимая составная балка, нагруженная осевыми силами  $F_i$  и равномерно распределенной нагрузкой  $q$ .

Требуется:

1. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
2. Подобрать поперечное сечение стержня в виде двутавра.
3. Вычислить перемещение заданного сечения оси стержня.

**Экзаменационная задача Э-2.** Статически определимая ферма нагружена равномерно распределенной нагрузкой  $q$  и сосредоточенными силами  $F_i$

Требуется:

1. Построить линии влияния усилий в трех отмеченных стержнях фермы.
2. Загрузить линии влияния заданной нагрузкой.
3. Определить усилия в отмеченных стержнях фермы.

**Экзаменационная задача Э-3.** Дана статически неопределимая рама, нагруженная моментами  $M$ , равномерно распределенной нагрузкой  $q$  и сосредоточенными силами  $F_i$ .

Требуется:

1. Раскрыть статическую неопределимость рамы.
2. Построить эпюры изгибающего момента, поперечных и продольных сил.
3. Вычислить перемещение заданного сечения рамы.

**Экзаменационная задача Э-4.** Дана статически неопределимая рама, нагруженная сосредоточенными осевыми силами.

Требуется:

1. Построить единичные эпюры изгибающих моментов с использованием таблиц метода перемещений.
2. Решить уравнение устойчивости.
3. Определить критическую нагрузку.

**Экзаменационная задача Э-5.** Дана статически неопределимая рама, нагруженная моментами  $M$ , равномерно распределенной нагрузкой  $q$  и сосредоточенными силами  $F_i$ .

Требуется:

1. Раскрыть кинематическую неопределимость рамы.
2. Построить эпюры изгибающего момента, поперечных и продольных сил.
3. Сделать статическую проверку рамы в целом.

**Экзаменационная задача Э-6.** Дана статически неопределимая рама, к которой прикреплена сосредоточенная масса.

Требуется:

1. Выбрать основную систему для решения задачи.
2. Вычислить податливость системы.
3. Определить собственную частоту колебаний системы.

#### Состав экзаменационного билета

Для **очной** формы обучения

##### **Модуль 1**

- 1) Экзаменационная задача Э-2, Э-3.
- 2) 6 вопросов из перечня вопросов к экзамену.

##### **Модуль 2**

- 1) Экзаменационная задача Э-4, Э-5, Э-6.
- 2) 6 вопросов из перечня вопросов к экзамену.

Для **заочной** формы обучения (кроме специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»)

##### **Модуль 1**

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

##### **Модуль 2**

- 1) Экзаменационная задача Э-3, Э-5.
- 2) 5 вопросов из перечня вопросов к экзамену.

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

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

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

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

Показатели, критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля приведены в таблицах 3.1, 3.2, 3.3, 3.4.

Т а б л и ц а 3.1

Для очной формы обучения Модуль 1.

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Расчетно-графические работы РГР 1, 2, 3	Правильность решения задач	Все задачи расчетно- графической работы решены верно	50
2	Проверочные работы №1, 2	Правильность решения задач	Правильность выполнения задач	
3	Итоговый семестровый тест №1	Правильность ответа на вопрос (10 вопросов)	Получен правильный ответ на вопрос	2
			Получен неправильный ответ на вопрос или ответа нет	0
		Итого количество баллов за Итоговый семестровый тест № 1 (2×10)		20
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Т а б л и ц а 3.2

Для очной формы обучения Модуль 2.

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Расчетно-графические работы РГР 4, 5, 6	Правильность решения задач	Все задачи расчетно- графической работы решены верно	50
2	Проверочные работы №3,4	Правильность решения задач	Правильность выполнения задач	
3	Итоговый семестровый тест №2	Правильность ответа на вопрос (10 вопросов)	Получен правильный ответ на вопрос	2
			Получен неправильный ответ на вопрос или ответа нет	0
		Итого количество баллов за Итоговый семестровый тест № 2 (2×10)		20
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Т а б л и ц а 3.3

Для заочной формы обучения Модуль 1.

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Контрольные работы № 1, 2	Правильность решения	Все задачи контрольных работ решены верно	50
2	Расчетно-графическая работа № 1	Правильность решения задач	Задача решена правильно	10
			Задача решена с мелкими ошибками	5-7
			Работа выполнена с грубыми ошибками или не решена	0
		Итого максимальное количество баллов за расчетно-графическую работу № 1		10
3	Итоговый семестровый тест № 1	Правильность ответа на вопрос (10 вопросов)	Получен правильный ответ на вопрос	1
			Получен неправильный ответ на вопрос или ответа нет	0
		Итого количество баллов за Итоговый семестровый тест № 1 (2×10)		20
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Т а б л и ц а 3.4

Для заочной формы обучения Модуль 2.

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Контрольные работы № 3, 4	Правильность решения	Все задачи контрольных работ решены верно	50
2	Расчетно-графическая работа № 2 или №3	Правильность решения задач	Задача решена правильно	10
			Задача решена с мелкими ошибками	5-7
			Работа выполнена с грубыми ошибками или не решена	0

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
		Итого максимальное количество баллов за расчетно-графическую работу № 2 или №3		10
3	Итоговый семестровый тест № 2	Правильность ответа на вопрос (10 вопросов)	Получен правильный ответ на вопрос	1
			Получен неправильный ответ на вопрос или ответа нет	0
		Итого количество баллов за Итоговый семестровый тест № 2 (2×10)		20
ИТОГО максимальное количество баллов				70

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов достижения компетенций**

Процедура оценивания индикаторов достижения компетенций представлена в таблицах 4.1, 4.2, 4.3, 4.4.

##### **Формирование рейтинговой оценки по дисциплине**

Т а б л и ц а 4.1.

Для очной формы обучения Модуль 1.

<b>Вид контроля</b>	<b>Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции</b>	<b>Максимальное количество баллов в процессе оценивания</b>	<b>Процедура оценивания</b>
1. Текущий контроль успеваемости	Расчетно-графические работы РГР 1,2,3. Проверочные работы №1,2 Итоговый семестровый тест № 1	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к экзамену $\geq 50$ баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов экзамену, экзаменационные задачи	30	– получены полные ответы на вопросы, решены экзаменационные задачи – 25-30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы, решены экзаменационные задачи с мелкими ошибками – 20-24 балла;

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
			<ul style="list-style-type: none"> <li>– получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов, экзаменационные задачи решены с мелкими ошибками – 11-20 баллов;</li> <li>– не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты, задачи не решены – 0 баллов.</li> </ul>
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - менее 59 баллов (вкл.)		

Процедура проведения экзамена осуществляется в форме письменных ответов на вопросы экзаменационного билета и решения экзаменационной задачи. Билет на экзамен содержит 6 вопросов из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2 и две экзаменационные задачи.

Обучающиеся имеют возможность пройти тестовые задания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в Центре тестирования университета.

Т а б л и ц а 4.2.

Для очной формы обучения Модуль 2.

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль успеваемости	Расчетно-графические работы РГР 4,5,6. Проверочные работы №3,4 Итоговый семестровый тест № 2	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к экзамену $\geq 50$ баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов экзамену, экзаменационные задачи	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>– получены полные ответы на вопросы, решены экзаменационные задачи – 25-30 баллов;</li> <li>– получены достаточно полные ответы на вопросы, решены экзаменационные задачи с мелкими ошибками – 20-24 балла;</li> </ul>



<b>Вид контроля</b>	<b>Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции</b>	<b>Максимальное количество баллов в процессе оценивания</b>	<b>Процедура оценивания</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>– получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов, экзаменационные задачи решены с мелкими ошибками – 11-20 баллов;</li> <li>– не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты, задачи не решены – 0 баллов.</li> </ul>
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - менее 59 баллов (вкл.)		

Процедура проведения экзамена осуществляется в форме письменных ответов на вопросы экзаменационного билета и решения экзаменационной задачи. Билет на экзамен содержит 6 вопросов из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2 и три экзаменационные задачи.

Обучающиеся имеют возможность пройти тестовые задания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в Центре тестирования университета.

Т а б л и ц а 4.3.

Для заочной формы обучения Модуль 1

<b>Вид контроля</b>	<b>Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции</b>	<b>Максимальное количество баллов в процессе оценивания</b>	<b>Процедура оценивания</b>
1. Текущий контроль успеваемости	Контрольные работы № 1, 2 Расчетно-графическая работа №1 Итоговый семестровый тест № 1	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к экзамену $\geq 50$ баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов экзамену, экзаменационные задачи	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>– получены полные ответы на вопросы, решена экзаменационная задача – 25-30 баллов;</li> <li>– получены достаточно полные ответы на вопросы, решена экзаменационная задача с мелкими ошибками – 20-24 балла;</li> </ul>

<b>Вид контроля</b>	<b>Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции</b>	<b>Максимальное количество баллов в процессе оценивания</b>	<b>Процедура оценивания</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>– получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов, экзаменационная задача решена с мелкими ошибками – 11-20 баллов;</li> <li>– не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты, задача не решена – 0 баллов.</li> </ul>
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - менее 59 баллов (вкл.)		

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

Обучающиеся имеют возможность пройти тестовые задания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в Центре тестирования университета.

Т а б л и ц а 4.4.

Для заочной формы обучения Модуль 2.

<b>Вид контроля</b>	<b>Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции</b>	<b>Максимальное количество баллов в процессе оценивания</b>	<b>Процедура оценивания</b>
1. Текущий контроль успеваемости	Контрольные работы № 3, 4 Расчетно-графические работы №2,3 Итоговый семестровый тест № 2	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к экзамену $\geq 50$ баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов экзамену, экзаменационные задачи	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>– получены полные ответы на вопросы, решена экзаменационная задача – 25-30 баллов;</li> <li>– получены достаточно полные ответы на вопросы, решена экзаменационная</li> </ul>

<b>Вид контроля</b>	<b>Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции</b>	<b>Максимальное количество баллов в процессе оценивания</b>	<b>Процедура оценивания</b>
			задача с мелкими ошибками – 20-24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов, экзаменационная задача решена с мелкими ошибками – 11-20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты, задача не решена – 0 баллов.
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - менее 59 баллов (вкл.)		

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

Обучающиеся имеют возможность пройти тестовые задания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в Центре тестирования университета.

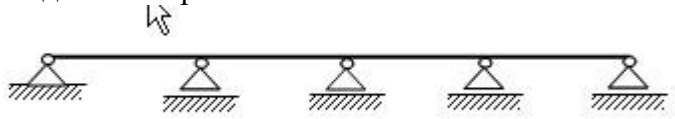
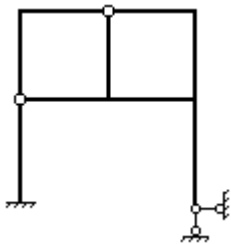
### **5. Оценочные средства для диагностической работы по результатам освоения дисциплины**

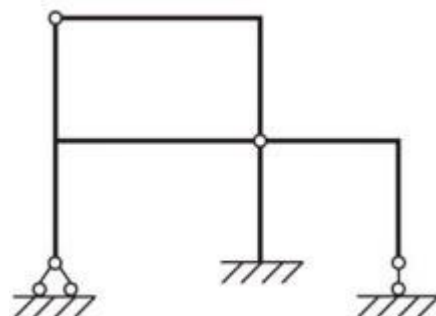
Проверка остаточных знаний обучающихся по дисциплине ведется с помощью оценочных материалов текущего и промежуточного контроля по проверке знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижения компетенций.

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

Таблица 5.1

<b>Индикатор достижения общепрофессиональной компетенции</b> Знает - 1; Умеет- 2; Опыт деятельности - 3 (владеет/имеет навыки)	<b>Содержание задания</b>	<b>Варианты ответа на вопросы тестовых заданий (для заданий закрытого типа)</b>	<b>Эталон ответа</b>
<b>Модуль 1</b>			
<i>ОПК 1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.</i>			
<b>=ОПК-1.2.1 Умеет</b> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук	1.Продемонстрируйте умение рассчитывать степень статической неопределимости моста, расчетная схема которого представлена в виде многопролетной балки  Степень статической неопределимости балки равна: Введите число.		4 подсчитывается в соответствии с определениями степени статической неопределимости многопролетной балки
	2.Продемонстрируйте умение определять число простых шарниров при определении степени статической неопределимости транспортной конструкции, расчетная схема которой представлена на рисунке:  Количество Ш <sub>пр</sub> = Введите число.		10 подсчитывается в соответствии с определениями простого и кратного шарниров

	<p>3.Продemonстрируйте умение рассчитывать степень статической неопределенности моста, расчетная схема которого представлена в виде многопролетной балки</p>  <p>Степень статической неопределенности балки равна: Введите число.</p>		<p>3 подсчитывается в соответствии с определениями степени статической неопределенности многопролетной балки</p>
	<p>4. Продemonстрируйте умение определять число простых шарниров при определении степени статической неопределенности транспортной конструкции, расчетная схема которой представлена на рисунке:</p>  <p>Количество Ш<sub>пр</sub>= Введите число.</p>		<p>8 подсчитывается в соответствии с определениями простого и кратного шарниров</p>
	<p>5. Продemonстрируйте умение определять число простых шарниров при определении степени статической неопределенности транспортной конструкции, расчетная схема которой представлена на рисунке:</p>		<p>10 подсчитывается в соответствии с определениями простого и кратного шарниров</p>

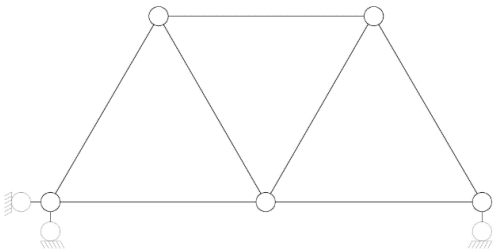


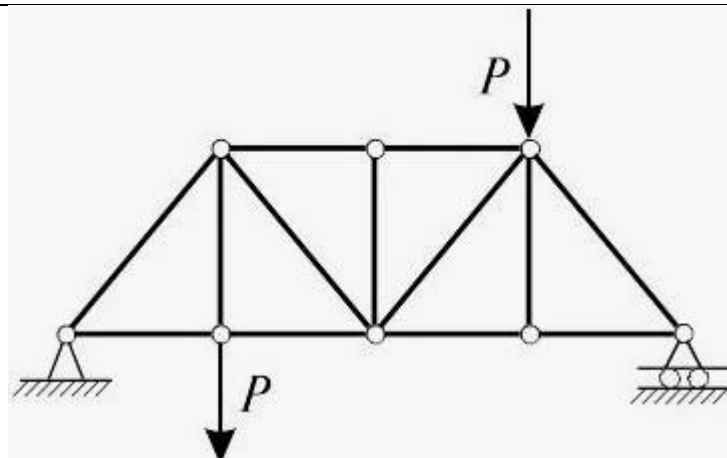
Количество  $\Pi_{пр} =$   
Введите число.

6. Продемонстрируйте умение проводить кинематический анализ строительной конструкции.  
Установите соответствие между понятиями:  
Геометрически неизменяемая система - ...  
Геометрически изменяемая система - ...  
Мгновенно изменяемая система - ...

– это система, в которой начальное бесконечно малое перемещение возможно без деформации элементов, а при дальнейшем нагружении система работает, как геометрически неизменяемая;  
– это система, перемещение точек которой возможно без деформации ее элементов;  
это система, перемещение точек которой возможно

**Геометрически неизменяемая система** – это система, перемещение точек которой возможно только вследствие деформации ее элементов.  
**Геометрически изменяемая система** – это система, перемещение точек которой возможно без деформации ее элементов.  
**Мгновенно изменяемая система** – это система, в которой начальное бесконечно малое перемещение возможно

		только вследствие деформации ее элементов.	без деформации элементов, а при дальнейшем нагружении система работает, как геометрически неизменяемая.
7. Продемонстрируйте умение определять число узлов в системе при проведение кинематического анализа для шарнирно-стержневых систем по формуле $W = 2Y - C - C_0$ :	 <p>Число <math>Y =</math> Введите число.</p>		5 согласно определению узла
8. Продемонстрируйте умение определять число узлов в системе при проведение кинематического анализа для шарнирно-стержневых систем по формуле $W = 2Y - C - C_0$ :			8 согласно определению узла



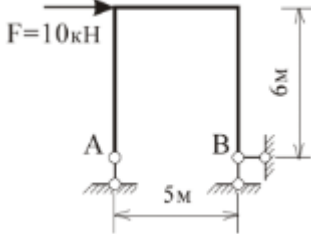
Число  $Y=$   
Введите число.

9. Опишите последовательность действий для подбора поперечного сечения элементов статически неопределимой транспортной конструкции при расчете методом сил.

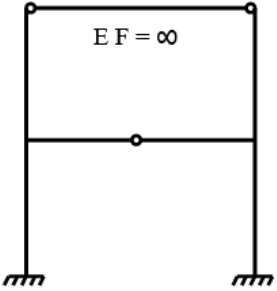
- выбор основной системы
- составление системы канонических уравнений метода сил
- определение степени статической неопределимости рамы
- построение эпюры изгибающих моментов  $M$  в заданной системе
- определение коэффициентов при неизвестных и

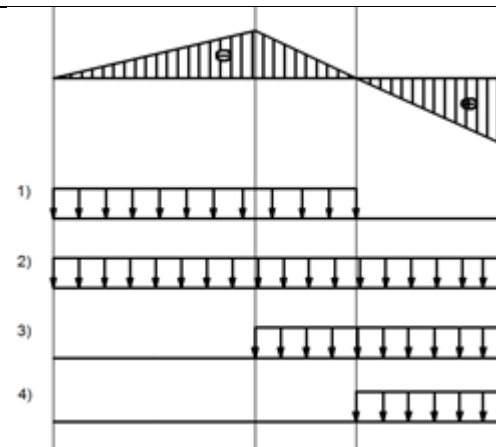
- 1) определение степени статической неопределимости рамы
- 2) выбор основной системы
- 3) составление системы канонических уравнений метода сил
- 4) построение единичных и грузовой эпюры моментов
- 5) определение коэффициентов при неизвестных и свободных членов канонических уравнений метода сил
- 6) решение системы



		свободных членов канонических уравнений метода сил • подбор поперечного сечения по условию прочности • построение единичных и грузовой эпюры моментов • решение системы канонических уравнений и определение неизвестных усилий	канонических уравнений и определение неизвестных усилий 7) построение эпюры изгибающих моментов М в заданной системе 8) подбор поперечного сечения по условию прочности
10. Продемонстрируйте умение определять вертикальную опорную реакцию А в строительной конструкции, расчетная схема которой представлена в виде статически определимой рамы при расчете на прочность.			12 $R_A = (F \cdot 6) / 5 = 10 \cdot 6 / 5 = 12 \text{ кН}$
11. Продемонстрируйте умение определять горизонтальную опорную реакцию в строительной конструкции, расчетная схема которой представлена в виде статически определимой рамы при расчете на прочность.			10 $H_A = F = 10 \text{ кН}$

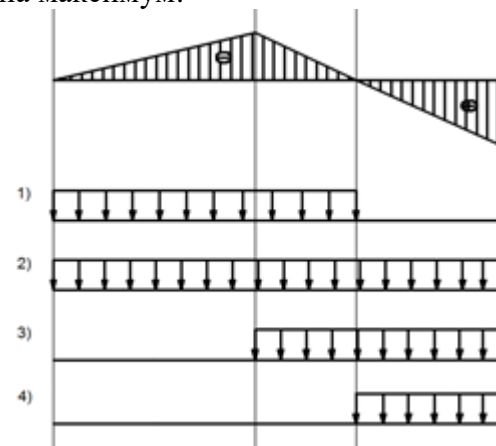
	 <p>Введите значение по модулю в кН.</p>		
	<p>12. Продемонстрируйте умение определять степень статической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>  <p>Степень статической неопределимости рамы равна: Введите число.</p>		<p>4  <math>n_{CH} = 3 * K - III =</math>  <math>3 * 2 - 2 = 4</math></p>
	<p>13. Продемонстрируйте умение определять степень статической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>		<p>4  <math>n_{CH} = 3 * K - III =</math>  <math>= 3 * 4 - 8 = 4</math></p>

	 <p>Степень статической неопределимости рамы равна: Введите число.</p>		
	<p>14. Продемонстрируйте умение определять степень статической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>  <p>Степень статической неопределимости рамы равна: Введите число.</p>		<p>3  <math>n_{CH} = 3 * K - III = 3 * 2 - 3 = 3</math></p>
	<p>15. Продемонстрируйте умение определения усилий в стержневых конструкциях на действие подвижных нагрузок. Какой вариант загрузки линии влияния соответствует загрузению на минимум:</p>		<p>1</p>



Выберите один вариант ответа на вопрос.

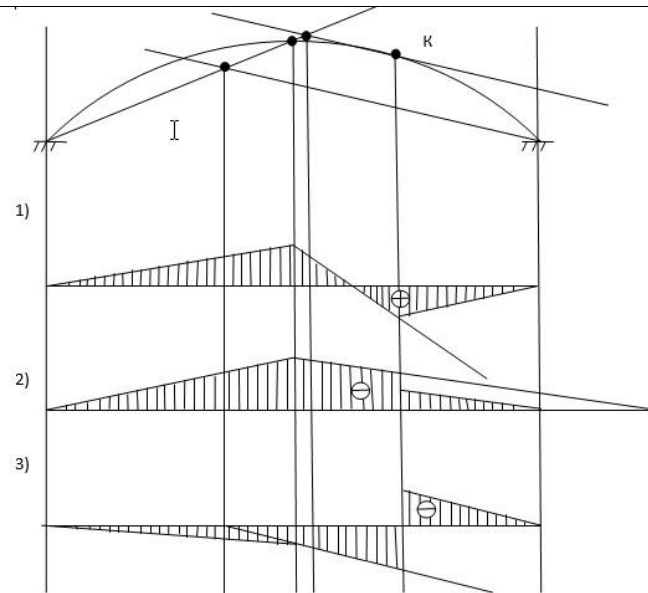
16. Продемонстрируйте умение определения усилий в стержневых конструкциях на действие подвижных нагрузок. Какой вариант загрузки линии влияния соответствует загрузению на максимум:



Выберите один вариант ответа на вопрос.

4

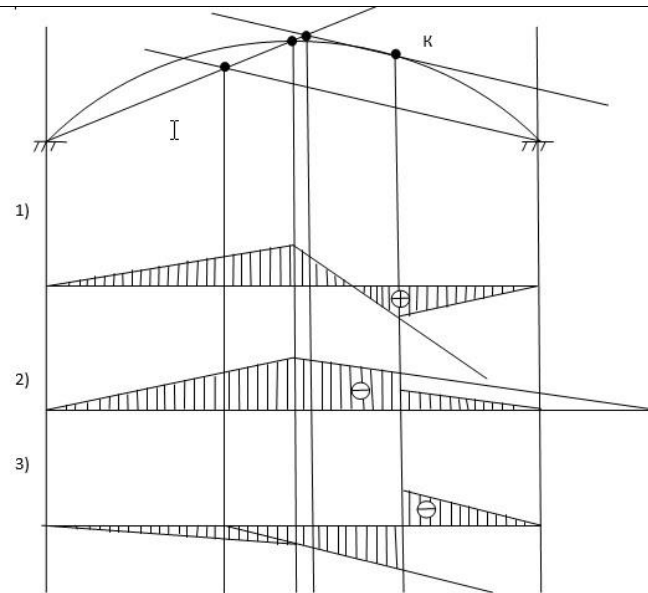
	<p>17. Пропредмонстрируйте умение определения усилий в стержневых конструкциях на действие подвижных нагрузок. По линиям влияния усилие от действия неподвижной сосредоточенной нагрузки определяется по формуле: Выберите один из вариантов ответа на вопрос.</p>	<p>1) <math>S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot y_i</math></p> <p>2) <math>S_i = \sum_{i=1}^n q_i \cdot y_i</math></p> <p>3) <math>S_i = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \omega_i</math></p> <p>4) <math>S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \operatorname{tg} \alpha</math></p> <p>5) <math>S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \omega_i</math></p>	1
	<p>18. Пропредмонстрируйте умение определения усилий в стержневых конструкциях на действие подвижных нагрузок. По линиям влияния усилие от действия неподвижной равномерно распределенной нагрузки определяется по формуле: Выберите один из вариантов ответа на вопрос.</p>	<p>1) <math>S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot y_i</math></p> <p>2) <math>S_i = \sum_{i=1}^n q_i \cdot y_i</math></p> <p>3) <math>S_i = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \omega_i</math></p> <p>4) <math>S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \operatorname{tg} \alpha</math></p> <p>5) <math>S_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \omega_i</math></p>	3
	<p>19.Пропредмонстрируйте умение определения усилий в стержневых конструкциях на действие подвижных нагрузок. Какая из линий влияния соответствует л.в. М<sub>к</sub> :</p>		1



Выберите один вариант ответа на вопрос.

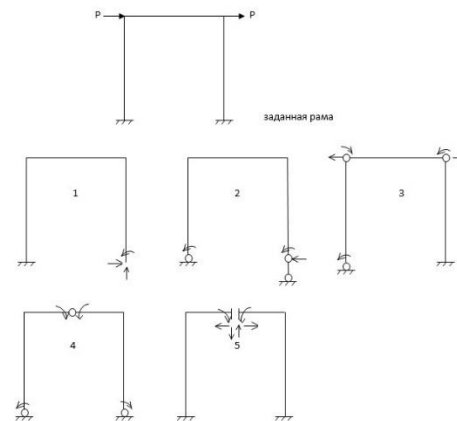
20.Продемонстрируйте умение определения усилий в стержневых конструкциях на действие подвижных нагрузок. Какая из линий влияния соответствует л.в.  $Q_K$  :

3

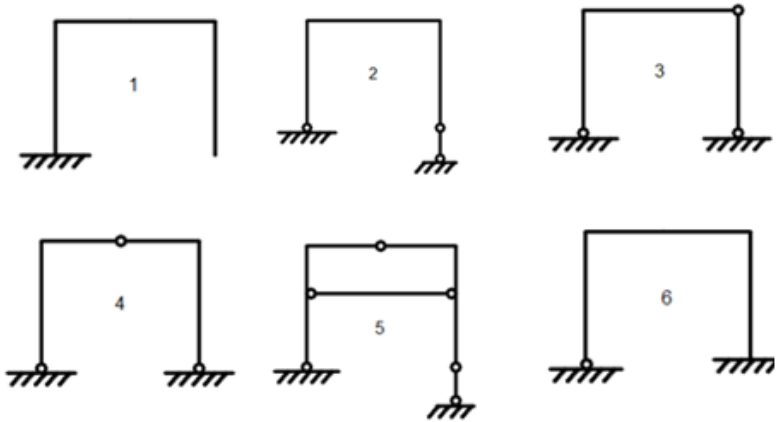
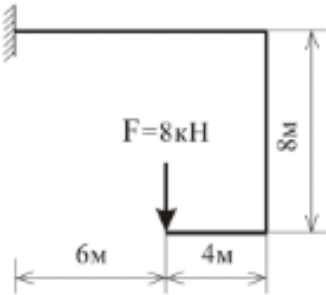


Выберите один вариант ответа на вопрос.

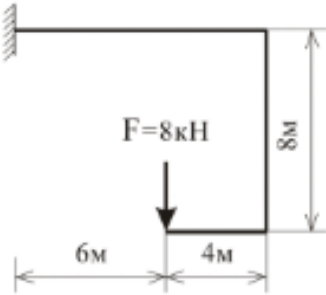
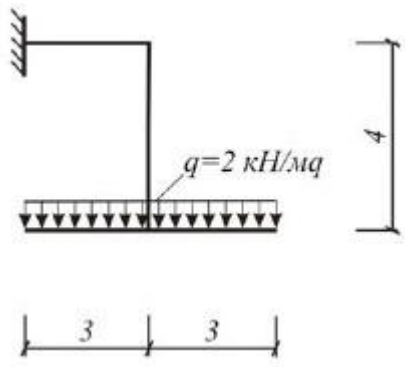
21. Продемонстрируйте умение определять рациональную систему строительной конструкции при расчете на прочность. Какая основная система рациональна для заданной рамы?



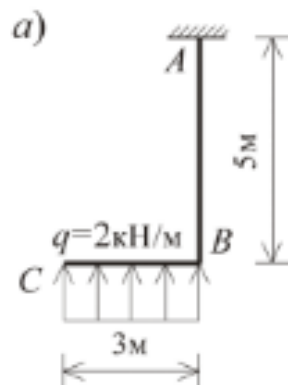
5

	<p>Выберите один вариант ответа на вопрос.</p> <p>22. Продемонстрируйте умение определять статическую неопределимость системы строительной конструкции при расчете на прочность.</p> <p>Определите какая из рам статически неопределима?</p>  <p>Выберите один вариант ответа на вопрос.</p>		6
<p><b>ОПК-1.3.1</b> Владеет навыками решения инженерных задач в профессиональной деятельности.</p>	<p>23. Продемонстрируйте навыки определения внутреннего усилия при выполнении статического и прочностного расчета для проектирования строительства транспортного сооружения на примере рамы, работающей на изгиб. Вычислите изгибающий момент М в заделке.</p>  <p>Введите значение по модулю в кНм.</p>		<p>48</p> <p><math>M = F \cdot 6 = 8 \cdot 6 = 48 \text{ кНм}</math></p>



	<p>24. Продemonстрируйте навыки определения внутреннего усилия при выполнении статического и прочностного расчета для проектирования строительства транспортных сооружений на примере рамы, работающей на изгиб. Вычислите поперечную силу <math>Q</math> в заделке.</p>  <p>Введите значение по модулю в кН.</p>		<p>8  <math>Q = F = 8 \text{ кН}</math></p>
	<p>25. Продemonстрируйте навыки определения внутреннего усилия при выполнении статического и прочностного расчета для проектирования строительства транспортного сооружения на примере рамы, работающей на изгиб. Вычислите изгибающий момент <math>M</math> в заделке.</p>  <p>Введите значение по модулю в кНм.</p>		<p>36  <math>M = 2 \times 6 \times 3 = 36 \text{ кНм}</math></p>

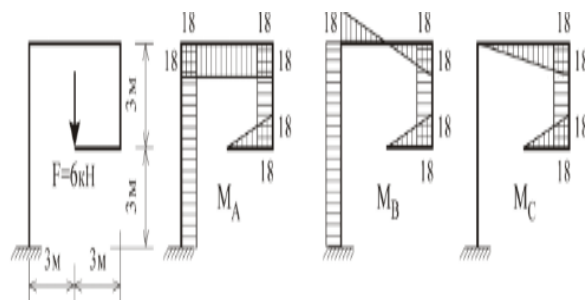
26. Проявите навыки определения внутреннего усилия при выполнении статического и прочностного расчета для проектирования строительства транспортного сооружения на примере рамы, работающей на изгиб. Вычислите изгибающий момент  $M$  в сечении  $B$ .



Введите значение по модулю в кНм.

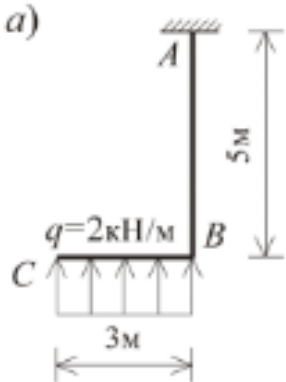
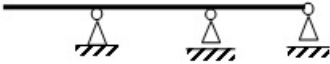
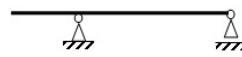
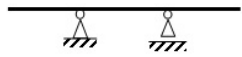
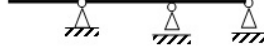
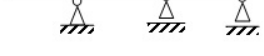
9  
 $M = 2 \times 3 \times 1,5 = 9 \text{ кНм}$

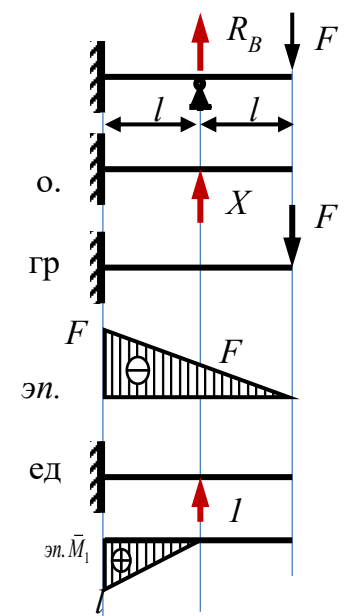
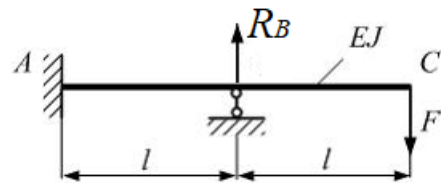
27. Проявите навыки расчета на прочность стержневой системы строительной конструкции на изгиб на примере статически определимой рамы. Какая из представленных эпюр изгибающего момента построена верно?



Выберите один вариант ответа на вопрос

1. Эпюра  $M_A$   
 2. Эпюра  $M_B$   
 3. Эпюра  $M_C$

	<p>28. Продемонстрируйте навыки определения вертикальной опорной реакции при выполнении статического и прочностного расчета для проектирования строительства транспортных сооружений на примере рамы, работающей на изгиб.</p>  <p>Вертикальная опорная реакция в заделке равна: Введите значение по модулю в кН.</p>		<p>6  <math>R = q \cdot 3 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ кН}</math></p>
	<p>29. Продемонстрируйте навыки расчет статически неопределимых стержневых систем. Укажите все верные основные системы метода сил для представленной на рисунке балки</p>  <p>Выберите несколько вариантов ответа.</p>	<p>а)   б)   в)   г) </p>	<p>а) б) г)</p>
	<p>30. Продемонстрируйте навыки раскрытия статической неопределенности. Если <math>l = 1\text{ м}</math>, <math>F = 10 \text{ кН}</math>, опорная реакция <math>R_B</math> в представленной балке равна ... кН.</p>		<p>25 кН</p>



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

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

$$\Delta_{1F} = \int_l \frac{M_F \bar{M}_1}{EI_x} dz =$$

$$= \frac{l}{6EI_x} (-F 2l \cdot l + 4(-1,5Fl) \cdot 0,5l) =$$

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

$$X_1 = \frac{5F}{2} = 2,5F = 25\kappa H$$

## Модуль 2

*ОПК 1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.*

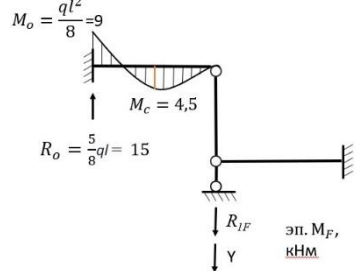
<p><b>ОПК-1.2.1</b> Умеет решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук</p>	<p>1. Опишите последовательность действий для подбора поперечного сечения элементов статически неопределимой транспортной конструкции при расчете методом перемещений.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• построение основной системы</li> <li>• составление системы канонических уравнений метода перемещений</li> <li>• определение степени кинематической неопределимости рамы</li> <li>• построение эпюры изгибающих моментов <math>M</math> в заданной системе</li> <li>• определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений метода перемещений</li> <li>• подбор поперечного сечения по условию прочности</li> <li>• построение единичных и грузовой эпюры моментов</li> <li>• решение</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) определение степени кинематической неопределимости рамы</li> <li>2) построение основной системы</li> <li>3) составление системы канонических уравнений метода перемещений</li> <li>4) построение единичных и грузовой эпюры моментов</li> <li>5) определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений метода перемещений</li> <li>6) решение системы канонических уравнений и определение неизвестных перемещений</li> <li>7) построение эпюры изгибающих моментов <math>M</math> в заданной системе</li> <li>8) подбор поперечного сечения по условию прочности</li> </ol>
---	--	---	--

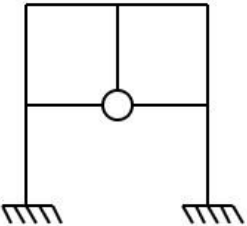
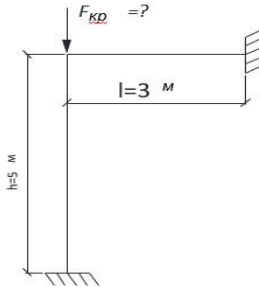
		системы канонических уравнений определение неизвестных перемещений	и
2. Продемонстрируйте умение выбора рационального метода проверки несущей способности строительной конструкции, расчетная схема которой представлена на рисунке:	 <p>Высчитав степень статической неопределимости для метода сил и степени кинематической неопределимости для метода перемещений, сделайте вывод. Рациональный метод.....</p>	сил	
3. Продемонстрируйте умение выбора рационального метода проверки несущей способности строительной конструкции, расчетная схема которой представлена на рисунке:			перемещений

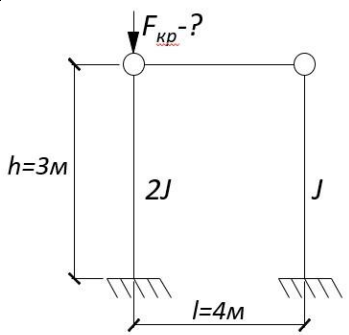
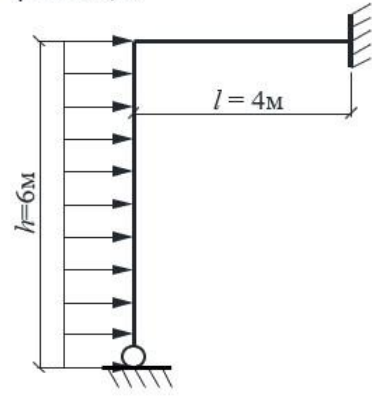
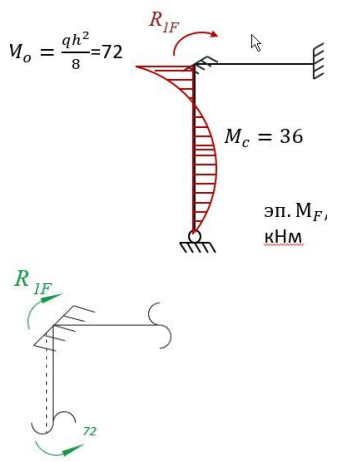
	<p>Высчитав степень статической неопределимости для метода сил и степени кинематической неопределимости для метода перемещений, сделайте вывод. Рациональный метод.....</p>		
	<p>4. Продемонстрируйте умение определять степень кинематической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>  <p>Степень кинематической неопределимости рамы равна: Введите число.</p>		<p>6</p> $n_{\text{кн}} = n_y + n_{\text{л}} = 4 + 2 = 6$
	<p>5. Продемонстрируйте умение определять степень кинематической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>  <p>Степень кинематической неопределимости рамы равна: Введите число.</p>		<p>4</p> $n_{\text{кн}} = n_y + n_{\text{л}} = 3 + 1 = 4$

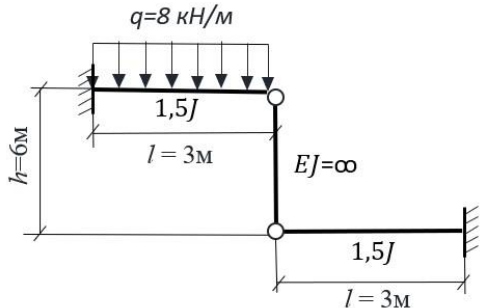
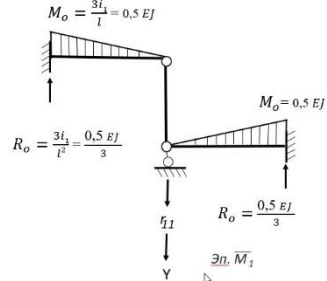
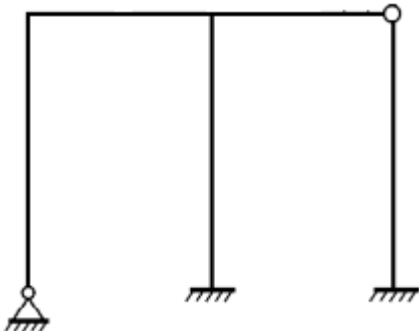
	<p>6. Продемонстрируйте умение определять степень кинематической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность.          Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>  <p>Степень кинематической неопределимости рамы равна:          Введите число.</p>		<p>6  <math>n_{\text{кн}} = n_y + n_{\text{л}} = 4 + 2 = 6</math></p>
	<p>7. Продемонстрируйте умение определять степень кинематической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность.          Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>  <p>Степень кинематической неопределимости рамы равна:          Введите число.</p>		<p>5  <math>n_{\text{кн}} = n_y + n_{\text{л}} = 2 + 3 = 5</math></p>
	<p>8. Продемонстрируйте умение определять степень кинематической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность.          Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>		<p>3  <math>n_{\text{кн}} = n_y + n_{\text{л}} = 2 + 1 = 3</math></p>

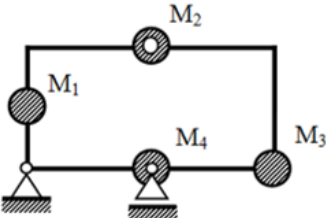
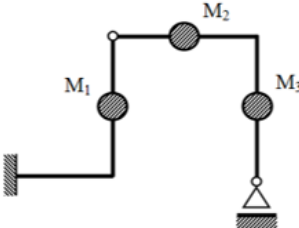
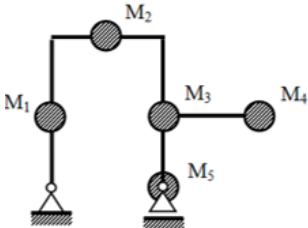


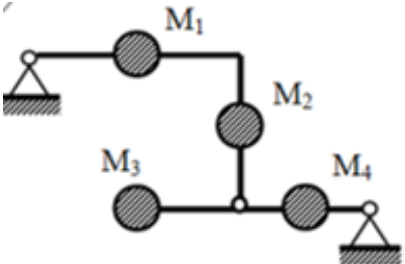
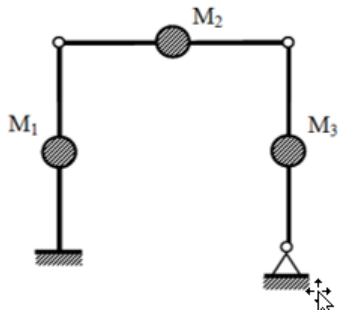
	 <p>Степень кинематической неопределимости рамы равна: Введите число.</p>		
	<p>9. Продемонстрируйте умение определять реакцию <math>R_{1F}</math> при расчете конструкции методом перемещений. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>  <p>Введите число в кН.</p>		<p>-9</p>  <p> <math>M_o = \frac{ql^2}{8} = 9</math>  <math>M_c = 4,5</math>  <math>R_o = \frac{5}{8}ql = 15</math>  <math>R_{1F} - R_o + ql = 0</math>  <math>R_{1F} = 15 - 8 \cdot 3 = -9 \text{ кН}</math> </p>
	<p>10. Продемонстрируйте умение определять степень кинематической неопределимости системы строительной конструкции при расчете на прочность. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>		<p>8</p> <p><math>n_{\text{кн}} = n_y + n_{\text{л}} = 5 + 3 = 8</math></p>

			
	<p>Степень кинематической неопределимости рамы равна: Введите число.</p>		<p>1,245</p> $F_{кр} = \frac{(\vartheta_{кр})^2 EI}{5^2} = \frac{5,58^2 EI}{25} = 1,245 EI$
	<p>11. Продемонстрируйте умение рассчитывать критическую силу при расчете заданной рамы на устойчивость методом перемещений, если <math>h = 5\text{ м}</math>, <math>\vartheta_{кр} = 5,58</math>.</p>  <p>Значение критической силы равно ... <math>EI</math></p>		<p>0,82</p> $F_{кр} = \frac{(v_1^{кр})^2 \cdot 2EJ}{9} = \frac{(1,92)^2 \cdot 2EJ}{9} = 0,82EJ$

	 <p>Значение критической силы равно ... <math>EI</math></p>		
	<p>13. Продемонстрируйте умение определять реакцию <math>R_{1F}</math> при расчете конструкции методом перемещений. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p> <p><math>q=16 \text{ кН/м}</math></p>  <p>Введите число в кНм.</p>		<p>72</p>  <p><math>M_o = \frac{qh^2}{8} = 72</math></p> <p><math>M_c = 36</math></p> <p>эп. <math>M_F</math>, кНм</p> <p><math>\sum M = 0</math></p> <p><math>R_{1F} = 72 \text{ кН} \cdot \text{м}</math></p>
	<p>14. Продемонстрируйте умение определять реакцию <math>r_{11}</math> при расчете конструкции методом перемещений. Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>		<p>0,33</p>

	 <p>Значение <math>r_{11}</math> равно ... <math>EI</math></p>		 <p>Составим уравнение <math>\sum y=0</math> для эп. <math>\bar{M}_1</math>:</p> $r_{11} - \frac{0,5 EJ}{3} - \frac{0,5 EJ}{3} = 0$ $r_{11} = \frac{EJ}{3}$
	<p>15. Продемонстрируйте умение определять степень кинематической неопределенности системы строительной конструкции при расчете на прочность.</p> <p>Расчетная схема представлена в виде рамы:</p>  <p>Степень кинематической неопределенности рамы равна: Введите число.</p>		<p>3</p> $n_{\text{кн}} = n_y + n_{\text{л}} = 2 + 1 = 3$
<p><b>ОПК-1.3.1</b> Владеет навыками решения инженерных задач в</p>	<p>16. Продемонстрируйте навыки определения динамической степени свободы при расчете на прочность транспортного перехода, расчетная схема которого представлена на рисунке:</p>		<p>4</p> <p>подсчитывается в соответствии с</p>

профессиональной деятельности.	 <p>Динамическая степень свободы равна: Введите число.</p>		определениями динамической степени свободы
	<p>17. Продемонстрируйте навыки определения динамической степени свободы при расчете на прочность транспортного перехода, расчетная схема которого представлена на рисунке:</p>  <p>Динамическая степень свободы равна: Введите число.</p>		5 подсчитывается в соответствии с определениями динамической степени свободы
	<p>18. Продемонстрируйте навыки определения динамической степени свободы при расчете на прочность транспортного сооружения, расчетная схема которого представлена на рисунке:</p>  <p>Динамическая степень свободы равна:</p>		6 подсчитывается в соответствии с определениями динамической степени свободы

<p>Введите число.</p> <p>19. Продемонстрируйте навыки определения динамической степени свободы при расчете на прочность транспортного сооружения, расчетная схема которого представлена на рисунке:</p>  <p>Динамическая степень свободы равна: Введите число.</p>		<p>5</p> <p>подсчитывается в соответствии с определениями динамической степени свободы</p>
<p>20. Продемонстрируйте навыки определения динамической степени свободы при расчете на прочность транспортного перехода, расчетная схема которого представлена на рисунке:</p>  <p>Динамическая степень свободы равна: Введите число.</p>		<p>4</p> <p>подсчитывается в соответствии с определениями динамической степени свободы</p>
<p>21. Продемонстрируйте навыки расчета собственной круговой частоты свободных колебаний транспортной системы с одной степенью свободы, если <math>m = 1</math> т, а <math>\delta_{ст} = 2,5 \cdot 10^{-6}</math> м/Н</p>		<p>20</p> $\omega = \sqrt{\frac{1}{m\delta}}$

	Круговая частота свободных колебаний $\omega$ равна: Введите значение в $\text{с}^{-1}$ .		$= \sqrt{\frac{1}{1000 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}}} = 20$
	22. Пр продемонстрируйте навыки расчета собственной круговой частоты свободных колебаний транспортной системы с одной степенью свободы, если $m = 2500 \text{ кг}$ , а $\delta_{\text{ст}} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ м/Н}$ Круговая частота свободных колебаний $\omega$ равна: Введите значение в $\text{с}^{-1}$ .		10 $\omega = \sqrt{\frac{1}{m\delta}}$ $= \sqrt{\frac{1}{2500 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}} = 10$
	23. Пр продемонстрируйте навыки расчета собственной круговой частоты свободных колебаний транспортной системы с одной степенью свободы, если $m = 250 \text{ кг}$ , а $\delta_{\text{ст}} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ м/Н}$ Круговая частота свободных колебаний $\omega$ равна: Введите значение в $\text{с}^{-1}$ .		40 $\omega = \sqrt{\frac{1}{m\delta}}$ $= \sqrt{\frac{1}{250 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}}} = 40$
	24. Пр продемонстрируйте навыки расчета собственной круговой частоты свободных колебаний транспортной системы с одной степенью свободы, если $m = 1 \text{ т}$ , а $\delta_{\text{ст}} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м/Н}$ Круговая частота свободных колебаний $\omega$ равна: Введите значение в $\text{с}^{-1}$ .		5 $\omega = \sqrt{\frac{1}{m\delta}}$ $= \sqrt{\frac{1}{1000 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}} = 5$
	25. Пр продемонстрируйте навыки расчета собственной круговой частоты свободных колебаний транспортной системы с одной степенью свободы, если $m = 250 \text{ кг}$ , а $\delta_{\text{ст}} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м/Н}$ Круговая частота свободных колебаний $\omega$ равна: Введите значение в $\text{с}^{-1}$ .		10 $\omega = \sqrt{\frac{1}{m\delta}}$ $= \sqrt{\frac{1}{250 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}} = 10$
	26. Пр продемонстрируйте навыки расчета стержневых систем на действие динамических нагрузок. Прогиб в середине пролета		$2 \delta$

	балки от статически приложенной силы F равен $\delta$ . Прогиб в этом же сечении при мгновенном приложении силы F равен ...		$k_{\delta} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_{ст}}}$ $h=0 \Rightarrow k_{\delta} = 2$ $\delta_{\delta} = \delta \cdot k_{\delta} = 2 \delta$
	<p>27. Продемонстрируйте навыки расчета стержневых систем на действие динамических нагрузок. Груз падает с высоты h. Динамическое напряжение в конструкции при увеличении высоты падения груза в 4 раза ...</p> <p>(При определении динамического коэффициента системы используйте приближенную формулу)</p> $k_{\delta} = \sqrt{\frac{2h}{\delta_{ст}}}$		<p>увеличится в 2 раза</p> $\sigma_{\delta} = k_{\delta} \cdot \sigma_{ст}$ <p>Если <math>h_1 = 4h</math>, то</p> $k_{\delta 1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4h}{\delta_{ст}}} = 2 \sqrt{\frac{2h}{\delta_{ст}}} = 2k_{\delta}$ <p>Динамический коэффициент увеличится в 2 раза, значит и динамическое напряжение увеличится в 2 раза.</p>
	<p>28. Продемонстрируйте навыки расчета стержневых систем на действие динамических нагрузок. Груз падает с высоты h. Динамическое напряжение в конструкции при уменьшении высоты падения груза в 4 раза ...</p> <p>(При определении динамического коэффициента системы используйте приближенную формулу <math>k_{\delta} = \sqrt{\frac{2h}{\delta_{ст}}}</math>)</p>		<p>Уменьшится в 2 раза</p> $\sigma_{\delta} = k_{\delta} \cdot \sigma_{ст}$ <p>Если <math>h_1 = 0,25 h</math>, то</p> $k_{\delta 1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,25h}{\delta_{ст}}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2h}{\delta_{ст}}} = \frac{1}{2} k_{\delta}$ <p>Динамический коэффициент уменьшится в 2 раза, значит и динамическое напряжение уменьшится в 2 раза.</p>
	29. Продемонстрируйте навыки расчета динамического коэффициента при расчете статически неопределимых рамы с		2,78



	<p>одной степенью свободы на колебания при заданном значении <math>\theta/\omega = 0,8</math></p> <p>Коэффициент динамики равен: Введите число.</p>		$K_s = \frac{1}{1 - \left(\frac{\theta}{\omega}\right)^2} = \frac{1}{1 - (0,8)^2} = 2,78$
	<p>30. Продемонстрируйте навыки расчета динамического коэффициента при расчете статически неопределимых рамы с одной степенью свободы на колебания при заданном значении <math>\theta/\omega = 0,9</math></p> <p>Коэффициент динамики равен: Введите число</p>		<p>5,26</p> $K_d = \frac{1}{1 - (0,9)^2} = 5,26$

Разработчик оценочных материалов,  
доцент

*О.В. Козьминская*

18.12.2024 г.