

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 23.10.2022 10:59:33  
Уникальный идентификатор:  
94732c3d953a82d495dcc3155d5c573883fedd18

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
(СамГУПС)**

**Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде**

**РАССМОТРЕНА**  
на заседании Ученого совета филиала  
СамГУПС в г. Нижнем Новгороде  
протокол от 28 июня 2022 г. № 1

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Директор филиала  
*Н.Н. Маланичева*  
Н.Н. Маланичева  
05 июня 2022 г.



**Строительная механика**  
**рабочая программа дисциплины**

**Специальность 23.05.06 Строительство железных дорог,  
мостов и транспортных тоннелей**

**Специализация: Управление техническим состоянием  
железнодорожного пути**

**Форма обучения: заочная**

**Нижний Новгород 2022**

Программу составил: Горохова М.В.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей, специализация «Управление техническим состоянием железнодорожного пути» утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 218.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»

Протокол от «21» мая 2022 г. № 9

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, проф. \_\_\_\_\_



подпись

И.В. Каспаров

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Строительная механика» является формирование у обучающегося компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта и приобретение ими:

- знаний о методах определения внутренних усилий в элементах стержневых систем; методов определения усилий в фермах; аналитическим методом построения линий влияния; общих теорем строительной механики; приемы определения перемещений в стержневых системах; способы определения перемещений с помощью алгебры матриц; основные положения расчета статически неопределимых систем методом сил; основные положения расчета статически неопределимых систем методом перемещений; основные вариационные принципы строительной механики; формы потери устойчивости сжатого стержня; методы исследования устойчивости упругих систем;

- умений исследовать геометрическую неизменяемость стержневых систем; строить эпюры и линии влияния силовых факторов; нагрузок; определять невыгоднейшее положение нагрузки на сооружения; использовать теорию матриц для расчета статически определимых балок и рам; строить линии влияния усилий в простых фермах, определять по ним внутренние усилия; решать задачи по определению внутренних усилий в статически неопределимых рамах методом сил; использовать теорию матриц в расчете статически неопределимых рам методом сил; использовать теорию матриц в расчете статически неопределимых систем методом сил и методом перемещений; определять внутренние усилия от действия температуры; использовать симметрию рам при расчете их методом сил и методом сил и методом перемещений;

- навыков расчета многопролетных балок, ферм, рам на изгиб и на устойчивость в случае продольного сжатия некоторых элементов; построения линий влияния для многопролетных балок; определения перемещений в упругих системах.

## 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Индикатор	Результаты освоения учебной дисциплины
<b>ОПК-4.</b> Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	
ОПК-4.7. Выполняет оценку условий работы строительных конструкций при различных видах нагружения	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- законы для определения внутренних усилий в элементах стержневых систем;</li><li>- классификацию плоских и пространственных ферм;</li><li>- законы для определения усилий в сложных фермах;</li><li>- кинематический метод построения линий влияния;</li><li>- основные методы анализа информации, исходных данных, ограничивающих условий;</li><li>- основные характеристики прокатных профилей и их типы</li></ul> <b>Уметь:</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- строить эпюры и линии влияния силовых факторов от статических и подвижных нагрузок;</li> <li>- определять по линиям влияния внутренние усилия в элементах простых и шпренгельных ферм;</li> <li>- исследовать геометрическую неизменяемость стержневых систем;</li> <li>- использовать теорию матриц для расчета статически определимых балок и рам</li> </ul>
	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными методами расчета статически определимых и неопределимых стержневых систем на статическую нагрузку;</li> <li>- основными методами расчета многопролетных балок на подвижную нагрузку;</li> <li>- методами расчета линейных и плоских стержневых систем на действие различных нагрузок, с учетом возможной потери устойчивости</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Строительная механика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций, индикаторов
<b>Осваиваемая дисциплина</b>		
Б1.О.30	Строительная механика	ОПК-4 (ОПК-4.7)
<b>Предшествующие дисциплины</b>		
Б1.О.19	Соппротивление материалов	ОПК-4 (ОПК-4.7)
<b>Дисциплины, осваиваемые параллельно</b>		
Б1.О.41	Мосты на железных дорогах	ОПК-4 (ОПК-4.7)
<b>Последующие дисциплины</b>		
Б3.01(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ОПК-4 (ОПК-4.7)

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделяемых на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

### 3.1. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы	
		3	4
Общая трудоемкость дисциплины:			
- часов	252	108	144
- зачетных единиц	7	3	4
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов</b>	27,4	12,65	14,75
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	27,4	12,65	14,75
в т.ч. лекции	8	4	4
практические занятия	16	8	8
лабораторные работы			
КА	0,8	0,4	0,4
КЭ	2,6	0,25	2,35

<b>Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)</b>	10,4	3,75	6,65
<b>Самостоятельная работа</b>	214,2	91,6	122,6
в том числе на выполнение:			
контрольной работы	9	9	
расчетно-графической работы	18		18
реферата			
курсовой работы			
курсового проекта			
Виды промежуточного контроля	За, Эк	За	Эк
Текущий контроль (вид, количество)	К, РГР	К	РГР

#### **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

##### **4.1. Темы и краткое содержание курса**

###### **Тема 1. Введение в Строительную механику**

Кинематический анализ образования стержневых систем.

###### **Тема 2. Теория линий влияния**

Аналитический метод построения линий влияния усилий. Линии влияния усилий в шарнирноопертой балке с консолями. Определение внутренних усилий от системы сосредоточенных грузов и от равномерно распределенной нагрузки с помощью линий влияния

###### **Тема 3. Расчет ферм на неподвижную и подвижную нагрузки**

Особенности определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм. Виды подвижных нагрузок. Понятие об особенности расчета на подвижную нагрузку и методах определения ее расчетного положения. Определение расчетного положения подвижных нагрузок по линиям влияния. Понятие об эквивалентной нагрузке, связь понятий «линия влияния» и «матрица влияния».

###### **Тема 4. Расчет крановых ферм на прочность и жесткость**

Расчет крановой фермы на прочность и жесткость. Структура шпренгельных ферм и особенности определения усилий в их стержнях. Сопоставление ферм с различными очертаниями поясов. Понятие о рациональной схеме фермы.

###### **Тема 5. Расчет статически неопределимых рам методом сил**

Свойства статически неопределимых систем. Сущность метода сил. Степень статической неопределимости плоских систем. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил, их матричная запись и особенности их решения. Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построение эпюр  $M$ ,  $Q$  и  $N$  и их проверки. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Упрощение канонических уравнений: использование симметрии системы, понятие о

приведении квадратичной формы к простейшему виду, упругий центр. Матричная форма расчета статически неопределимых систем; вычисление матриц влияния внутренних силовых факторов в этих системах. Автоматизация расчетов по методу сил при использовании ЭВМ. Построение линий влияния методом сил. Расчет на изменение температуры и смещение опор.

### Тема 6. Метод перемещений для расчета стержневых систем

Степень кинематической неопределимости системы. Основная система метода перемещений. Канонические уравнения метода перемещений. Табличные значения реакций отдельного стержня. Матричный алгоритм расчета при учете нерастяжимости стержней

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Названия разделов и тем	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СР
		ЛЗ	ПЗ	ЛР	
<b>3 курс</b>					
1 Введение в Строительную механику	17,6	1			16,6
2 Теория линий влияния	35	1	4		30
3 Расчет ферм на неподвижную и подвижную нагрузки	23	1	2		20
4 Расчет крановых ферм на прочность и жесткость	28	1	2		25
КА	0,4				
КЭ	0,25				
Контроль	3,75				
Всего за 3 курс	108	4	8		91,6
<b>4 курс</b>					
5 Расчет статически неопределимых рам методом сил	67	2	4		61
6 Метод перемещений для расчета стержневых систем	67,6	2	4		61,6
КА	0,4				
КЭ	2,35				
Контроль	6,65				
Всего за 4 курс	144	4	8		122,6
<b>ИТОГО</b>	<b>252</b>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>214,2</b>

#### 4.3. Тематика практических занятий

Тема практического занятия	Количество часов
<b>3 курс</b>	
1. Теория линий влияния с помощью программы ПОЛЮС	4
1. Расчет ферм на неподвижную и подвижную нагрузки с помощью программы ПОЛЮС	2
2. Расчет крановых ферм на прочность и жесткость	2
Всего за 3 курс	8
<b>4 курс</b>	
3. Расчет статически неопределимых рам методом сил с помощью программы SCAD	4
4. Метод перемещений для расчета стержневых систем с помощью программы ПОЛЮС	4
Всего за 4 курс	8

#### 4.4. Тематика лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

#### 4.5. Тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

#### 4.6. Тематика контрольной работы

3 курс

1. Расчет многопролетной шарнирной балки
2. Расчет фермы на постоянную и временную нагрузки

#### 4.7. Тематика расчетно-графической работы

4 курс

1. Расчет плоской рамы методом сил
2. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений на силовое воздействие.

### 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

#### 5.1. Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Вид самостоятельной работы
3 курс		
1. Введение в Строительную механику	16,6	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Работа со справочной и специальной литературой.
2. Теория линий влияния	30	Выполнение контрольной работы. Подготовка к промежуточной аттестации
3. Расчет ферм на неподвижную и подвижную нагрузки	20	Выполнение контрольной работы. Подготовка к промежуточной аттестации
4. Расчет крановых ферм на прочность и жесткость	25	Выполнение контрольной работы. Подготовка к промежуточной аттестации
4 курс		
5. Расчет статически неопределимых рам методом сил	61	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
6. Метод перемещений для расчета стержневых систем	61,6	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Итого	214,2	

#### 5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указанием места их нахождения:

- учебная литература – библиотека филиала;
- методические рекомендации по выполнению контрольных и расчетно-графических работ;
- методические рекомендации по самостоятельному изучению

теоретического материала – сайт филиала.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Виды оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Контрольная работа	1
Расчетно-графическая работа	1
Промежуточный контроль	
Зачет	1
Экзамен	1

Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе.

## 7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
Л1.1	В.Д. Бертяев, Л.А. Булатов, А.Г. Митяев, В.Б. Борисевич	Теоретическая механика. Краткий курс : учебник для вузов / В.Д. Бертяев, Л.А. Булатов, А.Г. Митяев, В.Б. Борисевич. - 2-е изд., перераб. и доп.	Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 168 с. - Режим доступа: <a href="https://urait.ru/bcode/495014">https://urait.ru/bcode/495014</a>	Электронный ресурс
Л1.2	Бутенин Н.В. Лунц Я.Л. Меркин Д.Р.	Курс теоретической механики: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 736 с. - Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/29">https://e.lanbook.com/book/29</a>	Электронный ресурс
7.2. Дополнительная литература				
Л2.1	Мещерский И.В.	Задачи по теоретической механике: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 448 с. - Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/115729">https://e.lanbook.com/book/115729</a>	Электронный ресурс
Л2.2	Чуркин В. М.	Теоретическая механика: геометрическая статика. Решение задач: учебное пособие для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 227 с. – Режим доступа: <a href="https://urait.ru/bcode/453347">https://urait.ru/bcode/453347</a>	Электронный ресурс
Л2.3	Чуркин В.М.	Теоретическая механика в решениях задач. Кинематика: учебное пособие для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 386 с. - Режим доступа <a href="https://urait.ru/bcode/453991">https://urait.ru/bcode/453991</a>	Электронный ресурс
Л2.4	Т.А. Валькова, О.И. Рабецкая, А.Е. Митяев [и др.]	Теоретическая механика : учебное пособие	Красноярск: СФУ, 2019. - 272 с. - Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/157640">https://e.lanbook.com/book/157640</a>	Электронный ресурс
Л2.5	Доронин Ф.А. Ермошин А.А. Индейкин А.В.	Теоретическая механика: учебное пособие	Санкт-Петербург: ПГУПС, [б. г.]. - Часть 3: Динамика - 2016. - 155 с. -	Электронный ресурс

	Ткаченко А.С.		Режим доступа <a href="https://e.lanbook.com/book/91089">https://e.lanbook.com/book/91089</a>	
--	---------------	--	--	--

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Официальный сайт филиала.
2. Электронная библиотечная система
3. Поисковая система «Яндекс» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Занятия по дисциплине «Строительная механика» проводятся в виде лекций и практических занятий.

1. Лекционный материал рекомендуется конспектировать. У студента должна быть тетрадь и письменные принадлежности для ведения конспекта.

2. Практические занятия проводятся в виде решения задач по пройденным темам как вручную, так и с помощью компьютерных программ. При подготовке к практическим занятиям по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал.

В рамках самостоятельной работы студент должен выполнить одну контрольную и одну расчетно-графическую работы. Прежде чем выполнять задания контрольной работы и РГР, необходимо изучить теоретический материал, ознакомиться с методическими указаниями по выполнению контрольной работы и РГР. Выполнение и защита работ являются непременным условием для допуска к зачету и экзамену. Во время выполнения контрольной и расчетно-графической работы можно получить групповые или индивидуальные консультации у преподавателя. При подготовке к зачету и к экзамену нужно изучить рекомендованную литературу, лекционный материал.

## **10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии и программное обеспечение:

- Microsoft Office Professional 2007 (лицензия № 43571763 от 06.03.2008)
- для проведения практических занятий используется программа POLUS, имеющаяся в свободном доступе в интернете;
- для проведения практических занятий применяется программный комплекс «Виртуальные лабораторные работы по сопротивлению материалов «COLUMBUS» (лицензионный договор № 125 от 3.08.2017), установленная на компьютерах одного из компьютерных классов;
- для самостоятельной работы студентов: Windows 7 и выше, Microsoft Office 2010 и выше.

**Профессиональные базы данных,  
используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)**

1. Портал интеллектуального центра - научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина

[https://library.narfu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=505&Itemid=574&lang=ru](https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=505&Itemid=574&lang=ru)

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для  
осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения  
занятий с указанием соответствующего оснащения**

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий лекционного типа) - аудитория № 201. Специализированная мебель: столы ученические - 35 шт., стулья ученические - 70 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: переносной экран, переносной проектор, ноутбук. Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) - Лаборатория Компьютерный класс № 3, аудитория № 412. Специализированная мебель: столы ученические - 25 шт., стулья ученические - 24 шт., доска настенная (меловая) - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: компьютеры - 14 шт., видеопанель - 1 шт. Microsoft Office Professional 2010. Программное обеспечение POLUS (свободно распространяемое ПО). Программный комплекс «Виртуальные лабораторные работы по сопротивлению материалов «COLUMBUS»» (лицензионный договор № 125 от 03.08.2017).

**11.2. Перечень лабораторного оборудования**

Лабораторное оборудование не предусмотрено.

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по учебной дисциплине

**СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА**

# 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

## 1.1. Перечень компетенций

**ОПК-4.** Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.

**Индикатор ОПК-4.7.** Выполняет оценку условий работы строительных конструкций при различных видах нагружения.

## 1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, практические работы	ОПК-4 (ОПК-4.7)
Этап 2. Формирование умений	Практические работы	ОПК-4 (ОПК-4.7)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение контрольной и расчетно-графической работы	ОПК-4 (ОПК-4.7)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита контрольной и расчетно-графической работы, зачет, экзамен	ОПК-4 (ОПК-4.7)

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

## 2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатор	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ОПК-4 (ОПК-4.7)	- посещение лекционных занятий, практических работ; - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждой практической работе	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; - активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов	устный ответ
Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ОПК-4 (ОПК-4.7)	- выполнение практических работ	- успешное самостоятельное выполнение практических работ	отчет по практической работе
Этап 3.	ОПК-4	- наличие правильно	- контрольная и	контрольная

Формирование навыков практического использования знаний и умений	(ОПК-4.7)	выполненной контрольной и расчетно-графической работ	расчетно-графическая работы имеют положительную рецензию и допущены к защите	работа, расчетно-графическая работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ОПК-4 (ОПК-4.7)	- успешная защита контрольной и расчетно-графической работ; - зачет; - экзамен	- ответы на все вопросы по контрольной и расчетно-графической работе; - ответы на вопросы зачета и экзамена	устный ответ

## 2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ОПК-4 (ОПК-4.7)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы для определения внутренних усилий в элементах стержневых систем;</li> <li>- классификацию плоских ферм;</li> <li>- законы для определения усилий в простых фермах;</li> <li>- метод построения линий влияния</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- строить линии влияния силовых факторов от нагрузок;</li> <li>- определять по линиям влияния внутренние усилия в элементах простых ферм</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными методами расчета статически неопределимых стержневых систем на статическую нагрузку;</li> <li>- основными методами расчета многопролетных балок на подвижную нагрузку</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законы для определения внутренних усилий в элементах стержневых систем;</li> <li>- классификацию плоских ферм;</li> <li>- законы для определения усилий в простых фермах;</li> <li>- кинематический метод построения линий влияния</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- строить эпюры и линии влияния силовых факторов от нагрузок;</li> <li>- определять по линиям влияния внутренние усилия в элементах простых ферм</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными методами расчета статически неопределимых стержневых систем на статическую нагрузку;</li> <li>- основными методами расчета многопролетных</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законы для определения внутренних усилий в элементах стержневых систем;</li> <li>- классификацию плоских и пространственных ферм;</li> <li>- законы для определения усилий в сложных фермах;</li> <li>- кинематический метод построения линий влияния;</li> <li>- основные методы анализа информации, исходных данных, ограничивающих условий;</li> <li>- основные характеристики прокатных профилей и их типы</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- строить эпюры и линии влияния силовых факторов от статических и подвижных нагрузок;</li> <li>- определять по линиям влияния внутренние усилия в элементах простых и шпренгельных ферм;</li> <li>- исследовать геометрическую неизменяемость стержневых систем;</li> <li>- использовать теорию матриц для расчета статически определимых балок и рам</li> </ul>

		балок на подвижную нагрузку	<b>Владеть:</b> - основными методами расчета статически определимых и неопределимых стержневых систем на статическую нагрузку; - основными методами расчета многопролетных балок на подвижную нагрузку; - методами расчета линейных и плоских стержневых систем на действие различных нагрузок, с учетом возможной потери устойчивости
--	--	-----------------------------	---

### 2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

#### а) Шкала оценивания экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикатора достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы билета без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы.
оценка «хорошо»	- Индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне, но допускаются неточности; - индикатор достижения компетенции сформирован на среднем уровне, но студент отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикатора достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности.
оценка «удовлетворительно»	- Индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне и студент отвечает на все дополнительные вопросы; - индикатор достижения компетенции сформирован на среднем уровне с наличием неточностей и затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины

	освоено частично, но проблемы не носят принципиального характера. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикатора достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы.
оценка «неудовлетворительно»	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикатора достижения компетенции.

### б) Шкала оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне не ниже базового и студент отвечает на дополнительные вопросы. Студент: - прочно усвоил предусмотренный программой материал; - правильно, аргументировано ответил на все вопросы; - показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; - без ошибок выполнил практическое задание
Не зачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

### в) Шкала оценивания контрольных работ

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне не ниже базового. Даны ответы на все теоретические вопросы. Все расчеты выполнены верно и имеют необходимые пояснения
Не зачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне ниже базового. В расчетах допущены ошибки, необходимые пояснения отсутствуют, имеются ошибки в теоретических вопросах.

### г) Шкала оценивания расчетно-графической работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне не ниже базового. Все расчеты выполнены верно и имеют необходимые пояснения.
Не зачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне ниже базового. В расчетах допущены ошибки, необходимые пояснения отсутствуют.

## 3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования

### **компетенций**

Код компетенции, индикатора	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ОПК-4 (ОПК-4.7)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- устный ответ
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- практическая работа (методические рекомендации для проведения практических занятий)
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- контрольная работа, расчетно-графическая работа: перечень тем и заданий по вариантам (методические рекомендации)
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к зачету и экзамену (приложение 1)

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков**

##### **Экзамен**

Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Экзамен проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

##### **Зачет**

Зачет проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в форме собеседования по вопросам, в которые включаются теоретические вопросы и задача. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

##### **Контрольная работа (3 курс)**

Это внеаудиторный вид самостоятельной работы студентов. Контрольная работа по дисциплине «Строительная механика» составлена в соответствии с программой курса и включает в себя следующие задания.

##### **Задача 1. РАСЧЕТ МНОГОПРОЛЕТНОЙ ШАРНИРНОЙ БАЛКИ**

Для заданной балки требуется:

1. Сформировать поэтажную схему.
2. Построить эпюры внутренних усилий.
3. Вычислить по эпюрам опорные реакции.
4. Выполнить проверку правильности решения задачи.
5. Для средней опоры построить линию влияния опорной реакции.
6. Для опасного сечения построить линии влияния внутренних усилий.
7. Вычислить по построенным линиям влияния опорную реакцию и внутренние усилия и сравнить со значениями, полученными в пунктах 1 и 2.

## Задача 2. РАСЧЕТ ПЛОСКОЙ ФЕРМЫ

Для заданной фермы перекрытия требуется:

1. Определить опорные реакции.
2. Вычислить внутренние усилия в четырех элементах заданной панели: стержнях верхнего и нижнего поясов, раскоса и левой стойки.
3. Построить для рассматриваемой панели линии влияния продольной силы в стержнях верхнего, нижнего пояса и раскоса, считая грузовыми как нижний, так и верхний пояса.
4. Для раскоса, принадлежащего заданной панели:
  - по линиям влияния найти величину усилия от действия постоянной нагрузки и сравнить со значением, полученным в п. 2.
  - вычислить расчетные значения продольной силы от действия постоянной и временной нагрузок.

В качестве временной нагрузки выступает одиночный груз  $P^*$ , перемещающийся по нижнему поясу.

## Расчетно-графическая работа (4 курс)

Это внеаудиторный вид самостоятельной работы студентов. Расчетно-графическая работа по дисциплине «Строительная механика» составлена в соответствии с программой курса и включает в себя следующие задания.

### Задача 1. РАСЧЕТ ПЛОСКОЙ РАМЫ МЕТОДОМ СИЛ

Для заданной рамы требуется:

1. Раскрыть статическую неопределимость
2. Построить эпюры внутренних усилий  $M$ ,  $Q$  и  $N$
3. Определить по эпюрам опорные реакции
4. Выполнить проверку правильности решения задачи

### Задача 2. РАСЧЕТ ПЛОСКОЙ РАМЫ МЕТОДОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Для заданной рамы требуется:

1. Раскрыть кинематическую неопределимость
2. Построить эпюры внутренних усилий  $M$ ,  $Q$  и  $N$
3. Определить по эпюрам опорные реакции
4. Выполнить проверку правильности решения задачи

## Практические занятия

Практические занятия - метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

При проведении практических занятий студентам предлагаются вопросы для обсуждения по темам, отведенным на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины).

## ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

### Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Предмет «Строительная механика». Цели и задачи курса.
2. Кинематический анализ схем сооружений.
3. Мгновенно изменяемые системы.
4. Незакрепленные системы.
5. Геометрически неизменяемые системы
6. Структурный анализ образования систем.
7. Расчетные схемы сооружений. Классификация схем сооружений
8. Степень кинематической свободы системы. Формулы подсчета числа степеней свободы
9. Геометрически изменяемые, неизменяемые и мгновенно изменяемые системы. Закрепленные и незакрепленные системы. Степень изменяемости внутренней структуры
10. Правила формирования геометрически неизменяемых систем
11. Понятие и подсчет числа лишних связей. Статически определимые и неопределимые системы
12. Кинематический анализ расчетных схем сооружений
13. Расчет плоских рам на действие постоянной нагрузки.
14. Классификация нагрузок в зависимости от времени действия

### Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

15. Многопролетная шарнирно-сочлененная (разрезная) балка: расчет на действие постоянной нагрузки.
16. Теория Линий влияния. Понятие, построение, загрузка постоянной нагрузкой
17. Способы построения Линии влияния исследуемой величины в разрезных балках
18. Многопролетная шарнирно-сочлененная (разрезная) балка: расчет на действие временной нагрузки.
19. Опасное положение временной нагрузки. Критический груз
20. Расчет разрезной балки на совместное действие постоянной и временной нагрузок
21. Плоские фермы. Их классификация. Шпренгельные фермы.
22. Способы определения усилий в элементах фермы.
23. Расчет плоской (простой) фермы на действие постоянной нагрузки.
24. Расчет шпренгелей. Расчет шпренгельных ферм на действие постоянной нагрузки
25. Построение Линий влияния в плоских фермах
26. Расчет плоских ферм на действие временной нагрузки
27. Расчет плоских ферм на действие постоянной и временной нагрузок

### Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

28. Трехшарнирные Арки и Рамы арочного типа. Их классификация
29. Расчет арок на действие постоянной нагрузки

30. Построение Линий влияния в арках.
31. Расчет арок на совместное действие постоянной и временной нагрузок
32. Определение перемещений методом Мора
33. Правило Верещагина. Универсальные формулы сопряжения эпюр внутренних усилий

### **Задача на зачет**

Построить ЛВ для заданной схем:

- опорные реакции;
- M и Q для трех сечений

### **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

#### **Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»**

1. Что входит в понятие расчетной схемы сооружения.
2. Степень подвижности при анализе кинематической неизменяемости системы?
3. Сущность принципа возможных перемещений и принципа независимости действия сил.
4. Роль матричных алгоритмов при расчете сооружений.
5. Матричные методы Строительной механики: вычисление перемещений.
6. Статически неопределимые системы.
7. Смешанный метод раскрытия статической неопределимости рам.
8. Устойчивость сооружений: формы упругого равновесия, критическая сила, вывод характеристического уравнения.
9. Метод конечных элементов. Идея метода
10. Классификация типов конечных элементов в зависимости от числа Степеней свободы
11. Разрешающее уравнение Метода конечных элементов
12. Матрица жесткости Конечного элемента. Формирование объединенной матрицы жесткости.
13. Конечный элемент с двумя степенями свободы. Вывод матрицы жесткости и разрешающего уравнения
14. Алгоритм решения задач по Методу конечных элементов
15. Стержневой конечный элемент с 4-я степенями свободы. Вывод матрицы жесткости
16. Треугольный и прямоугольный плоские конечные элементы. Матрицы жесткости. Характеристики элементов
17. Критическая нагрузка.
18. Треугольный и прямоугольный плоские конечные элементы. Матрицы жесткости. Характеристики элементов

#### **Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»**

1. Отличие статически определимых систем от статически неопределимых.
2. Определение степени статической и кинематической

неопределимости.

3. Возможные формы потери устойчивости сжато-изогнутых рамных систем.
4. Оценка устойчивости сжатого стержня постоянного сечения.
5. Влияние граничных условий сжато-изогнутых стержней на их устойчивость.
6. Сущность метода сил и метода перемещений при анализе устойчивости арочных систем.
7. Сущность метода перемещений при расчете на устойчивость рамных систем.

### **Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»**

1. Метод сил: порядок раскрытия статической неопределимости.
2. Метод сил: проверки метода.
3. Метод перемещений: порядок решения задач.
4. Метод перемещений: проверки метода.
5. Матричный алгоритм расчета стержневых систем методом перемещений.
6. Методы расчета для исследования устойчивости упругих систем.
7. Расчет рам на устойчивость с помощью метода перемещений.
8. Метод допускаемых напряжений
9. Метод разрушающих нагрузок
10. Расчеты по Методу предельных состояний
11. Расчет рам на устойчивость при узловом действии нагрузки
12. Использование метода Перемещений. Характеристическое уравнение устойчивости

### **Экзаменационные задачи**

#### **МЕТОД СИЛ**

Для заданной статически неопределимой рамы требуется:

- раскрыть статическую неопределимость методом сил,
- построить эпюры внутренних усилий  $M_0$ ,  $Q$  и  $N$ ,
- определить значения опорных реакций,
- выполнить деформационную и статическую проверки правильности решения задачи.

#### **Оценочные средства**

**ОПК-4.** Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.

#### **Тестовые задания**

**1. Вставить пропущенное словосочетание.** График, изображающий закон изменения какого-либо усилия от действия движущегося груза, равного единице, называется \_\_\_\_\_

## 2. Установить соответствие.

Для плоской стержневой системы:

1. шарнирно-подвижная опора
  2. шарнирно-неподвижная опора
  3. жесткая заделка
- а) устраняет любые линейные перемещения в сечении, где она установлена  
б) устраняет любые линейные и угловые перемещения  
в) устраняет линейное перемещение перпендикулярное плоскости опирания

**3. Можно выбрать несколько правильных вариантов ответа.** Для получения геометрически неизменяемой системы два диска можно соединить:

- а) тремя стержнями, оси которых не пересекаются в одной точке и не параллельны друг другу  
б) двумя наклонными стержнями  
в) шарниром и стержнем, ось которого не проходит через центр шарнира  
г) шестью стержнями, оси которых не пересекаются в одной точке

## 4. Можно выбрать несколько правильных вариантов ответа

Для получения геометрически неизменяемой системы три диска можно соединить:

- а) тремя стержнями, оси которых не пересекаются в одной точке и не параллельны друг другу  
б) тремя шарнирами, центры которых не лежат на одной прямой.  
в) шарниром и стержнем, ось которого не проходит через центр шарнира  
г) шестью стержнями, при этом между каждой парой дисков установлено по два стержня, точки пересечения которых не лежат на одной прямой.

## 5. В формуле Чебышёва $W = 3D - 2Ш - С_0$ , Ш – это число

- а) шарниров  
б) простых шарниров  
в) кратных шарниров  
г) обычных шарниров

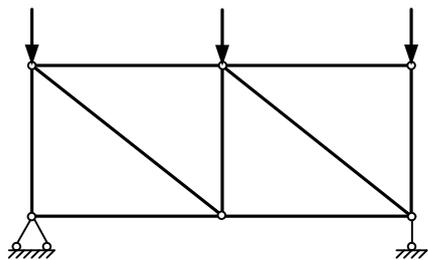
## 6. Можно выбрать несколько вариантов ответа.

К стержневым конструкциям относятся:

- а) рама  
б) пластина  
в) купол  
г) многопролетная балка  
д) ферма

**7. Вставить значение.** Любой замкнутый контур имеет \_\_\_\_\_ лишних, с точки зрения статики, связи

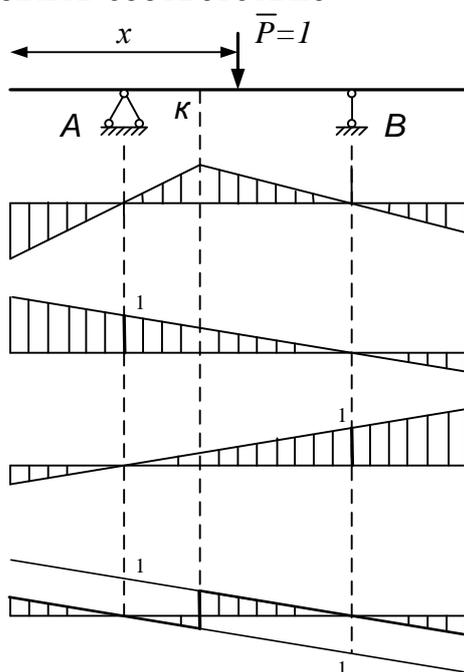
8. Изображенная на рисунке конструкция является



- а) простой фермой
- б) шарнирной рамой
- в) аркой
- г) сложной фермой
- д) комбинированной системой

9. На рисунке показаны линии влияния в простой двухопорной балке.

Установить соответствие



- а) линия влияния  $R_A$
- б) линия влияния  $R_B$
- в) линия влияния  $Q_K$
- г) линия влияния  $M_K$

10. Метод фокусов применяют для расчета статически неопределимых балок загруженных

- а) временной нагрузкой
- б) равномерно распределенной нагрузкой
- в) нагрузкой только в одном пролете
- г) нагрузкой на консолях

11. Вставить пропущенное слово. Стержневая система, остающаяся геометрически неизменяемой после условной замены ее жестких узлов шарнирными, называется \_\_\_\_\_

**12. «Работа сил первого состояния на перемещениях по их направлениям, вызванных силами второго состояния, равна работе сил второго состояния на перемещениях по их направлениям, вызванных силами первого состояния». Так формулируется теорема ...**

- а) Бетти
- б) Максвелла
- в) Мора
- г) Верещагина
- д) Де Ламбера

**13. «Для двух единичных состояний упругой системы перемещение по направлению первой единичной силы, вызванное второй единичной силой, равно перемещению по направлению второй силы, вызванному первой силой». Это положение называют теоремой ...**

- а) Бетти
- б) Максвелла
- в) Мора
- г) Верещагина
- д) Де Ламбера

**14. Какие методы раскрытия статической неопределимости систем используют в строительной механике (можно выбрать несколько методов).**

- а) метод сил
- б) метод конечных разностей
- в) метод конечных элементов
- г) метод перемещений
- д) комбинированный метод (метод сил и метод перемещений совместно)

**15. В методе трех моментов за неизвестные принимают ...**

- а) реакции опорных связей
- б) угловые перемещения
- в) изгибающие моменты
- г) линейные и угловые перемещения
- д) изгибающие моменты в над опорных сечениях

**16. При расчете статически неопределимых балок методом фокусов неизвестными являются ...**

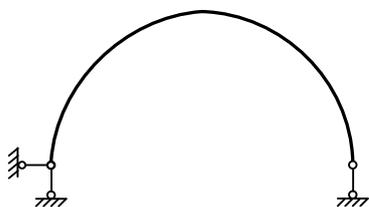
- а) реакции опорных связей
- б) фокусные отношения
- в) изгибающие моменты
- г) изгибающие моменты в опорных сечениях
- д) линейные и угловые перемещения

**17. Устройство, которое препятствует перемещению в одном каком-либо направлении, в строительной механике называется ...**

- а) кинетической связью
- б) шарниром
- в) опорой

- г) диском
- д) узлом

**18. Вставить пропущенное слово.** По виду и способу соединения стержней, представленная на рисунке система, в строительной механике называется \_\_\_\_\_.



**19. Укажите системы, которые в строительной механике могут быть расчетными схемами конструкций и сооружений.**

- а) мгновенно изменяемые
- б) почти мгновенно изменяемые
- в) геометрически изменяемые
- г) геометрически неизменяемые

**20. Свободные члены в канонических уравнениях метода сил по своему физическому смыслу – это перемещения ...**

- а) в основной системе от действия единичной нагрузки
- б) в основной системе от действия внешней нагрузки
- в) в заданной (исходной) системе от действия внешней нагрузки
- г) в заданной системе от действия единичной нагрузки

**21. Неизвестные системы канонических уравнений метода сил по своему физическому смыслу – это ...**

- а) усилия или реакции
- б) перемещения в основной системе от единичной нагрузки
- в) линейные и угловые перемещения
- г) изгибающие моменты
- д) перемещения в заданной системе от внешней нагрузки

**22. Количество неизвестных при расчете статически неопределимых систем методом сил равно ...**

- а) количеству силовых участков
- б) количеству реакций в опорах
- в) числу опорных стержней
- г) числу «лишних» связей

**23. Степень статической неопределимости плоской стержневой системы можно определить по формуле ...**

- а)  $n = -(3D - 3Ш - C_0)$
- б)  $n = 3D - 2Ш - C_0$
- в)  $n = -(3D - 2Ш - C_0)$
- г)  $n = -(3D - 2Ш + C_0)$

**24. Основная систем метода сил образуется путем ...**

- а) добавления связей и превращения системы к кинематически определимую
- б) отбрасывания «лишних» связей и превращения системы в статически определимую
- в) введения во все жесткие узлы шарниров
- г) введением во все свободные узлы жестких заделок

**25. Основная систем метода перемещений образуется путем ...**

- а) добавления связей и превращения системы к кинематически определимую
- б) отбрасывания «лишних» связей и превращения системы в статически определимую
- в) введения во все жесткие узлы шарниров
- г) введением во все свободные узлы жестких заделок

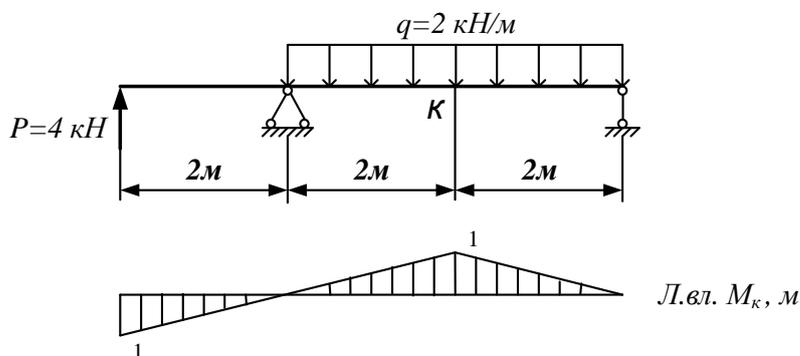
**26. Канонические уравнения метода сил составляются из условия ...**

- а) равенства единице усилий во введенных связях
- б) отсутствия перемещений по направлению отброшенных связей
- в) равенству между собой перемещений по направлению отброшенных связей
- г) отсутствия перемещений от внешних усилий

**27. Коэффициенты в канонических уравнениях метода сил по своему физическому смыслу – это ...**

- а) перемещения в исходной системе от действия заданной внешней нагрузки
- б) перемещение в исходной системе от действия единичной нагрузки
- в) перемещения в основной системе от действия заданной внешней нагрузки
- г) перемещения в основной системе от действия единичной нагрузки

**28. По линии влияния изгибающего момента для сечения К определить его величину в этом сечении.  $M_K = \underline{\hspace{2cm}}$  кНм**



**29. Полностью устраняет взаимную подвижность элементов системы ...**

- а) шарнирное соединение
- б) шарнирно-стержневое соединение
- в) жесткое соединение
- г) опора

30. Как подсчитать степень свободы плоской фермы? Можно выбрать несколько вариантов ответа

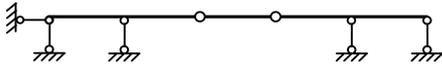
а)  $W = 3D - C_0$

б)  $W = 2Y - C - C_0$

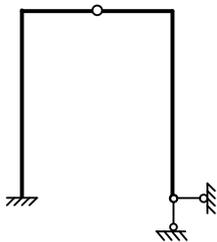
в)  $W = 2Y - Ш - C_0$

г)  $W = 3D - 2Ш - C_0$

31. Проведите кинематический анализ системы, показанной на рисунке  
Вставить число :  $W =$  \_\_\_\_\_



32. Проведите кинематический анализ системы, показанной на рисунке  
Вставить число:  $W =$  \_\_\_\_\_



33. Какой вид имеет эпюра изгибающих моментов на участке балке с равномерно распределенной нагрузкой

а) наклонная прямая

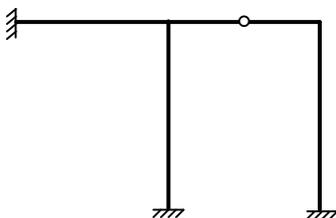
б) постоянна

в) имеет экстремум

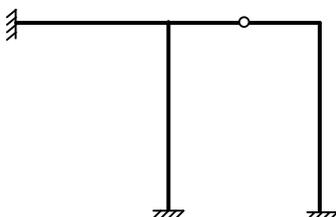
г) парабола, направленная выпуклостью в сторону действия нагрузки

д) парабола, направленная навстречу действию распределенной нагрузки

34. Определить степень статической неопределенности рамы показанной на рисунке. Вставить число  $n =$  \_\_\_\_\_



35. Определить степень кинематической неопределенности рамы показанной на рисунке. Вставить число  $n =$  \_\_\_\_\_



36. Для один раз статически неопределимой конструкции каноническое уравнение метода сил имеет вид:

а)  $\delta_{11}X_1 + \Delta_{1pq} = 0$

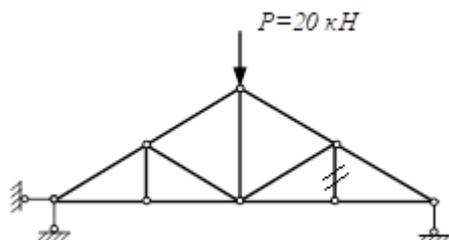
б)  $\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \Delta_1 = 0$

в)  $\delta_1 X_1 + P = 0$

г)  $\delta_{11} + \Delta_{1p} = 0$

д)  $\delta_1 + \delta_2 - \Delta_p = 0$

37. Определить продольное усилие в отмеченной стойке фермы, если длина каждой панели  $d = 2$  м.  $N =$  \_\_\_\_\_ кН

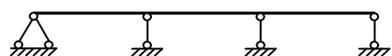


38. Укажите степень статической неопределимости заданной балки



$n =$  \_\_\_\_\_

39. Степень статической неопределимости балки, показанной на рисунке ...



$n =$  \_\_\_\_\_

а) 1

б) 2

в) 3

г) 4

д) 0

40. Степень статической неопределимости балки, показанной на рисунке ...



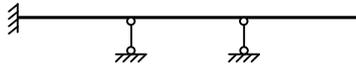
$n =$  \_\_\_\_\_

а) 1

- б) 2
- в) 3
- г) 4
- д) 0

**41. Установите степень статической неопределимости каждой из балок, показанных на рисунках**

1.



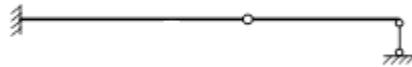
2.



3.



4.



- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 0

**42. Укажите номера опор, для которых по методу трех моментов необходимо составлять уравнения, чтобы раскрыть статическую неопределимость заданной балки. Можно выбрать несколько вариантов ответа**



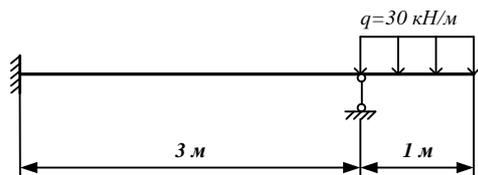
- а) опора 1
- б) опора 2
- в) опора 3
- г) опора 0

**43. Вставить пропущенное слово.** Система, которая получается из основной системы метода сил путем загрузки ее усилиями в отброшенных связях и внешней нагрузкой, называется \_\_\_\_\_.

**44. Можно выбрать несколько вариантов ответа. Для определения внутренних усилий в стержнях плоских ферм можно использовать следующие методы ...**

- а) угловых точек
- б) моментной точки
- в) простых проекций
- г) трех моментов
- д) вырезания узлов

45. Вставить значение. Определить изгибающий момент в жесткой заделке призматической балки показанной на рисунке  $M_A = \underline{\hspace{2cm}}$  кНм



46. Система канонических уравнений два раза статически неопределимой системы имеет вид

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \Delta_{1P} = 0$$

$$\delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \Delta_{2P} = 0$$

47. Коэффициент, который определяет перемещение по направлению неизвестного усилия  $X_2$  от единичного усилия  $\bar{X}_1$ , обозначен ....

- а)  $\delta_{11}$
- б)  $\delta_{21}$
- в)  $\delta_{12}$
- г)  $\Delta_{1P}$
- д)  $\Delta_{2P}$

48. Система канонических уравнений метода перемещений для дважды кинематически неопределимой системы имеет вид

$$r_{11}Z_1 + r_{12}Z_2 + R_{1pq} = 0$$

$$r_{21}Z_1 + r_{22}Z_2 + R_{2pq} = 0$$

49. Коэффициент  $R_{2pq}$  – это

- а) перемещение по направлению второго неизвестного, которое вызвано действием внешней нагрузки
- б) перемещение по направлению внешних сил, вызванное действием единичного неизвестно
- в) реактивное усилие в основной системе, вызванное действием единичного перемещения во второй связи
- г) реактивное усилие во второй связи основной системы, вызванное действием внешней нагрузки

50. В канонической системе метода перемещений

$$r_{11}Z_1 + r_{12}Z_2 + R_{1pq} = 0$$

$$r_{21}Z_1 + r_{22}Z_2 + R_{2pq} = 0$$

51. Коэффициенты  $r_{11}, r_{22}$  – называют ...

- а) главными
- б) побочными
- в) симметричными
- г) реактивными

**52. Степень кинематической неопределимости системы вычисляется по формуле:**

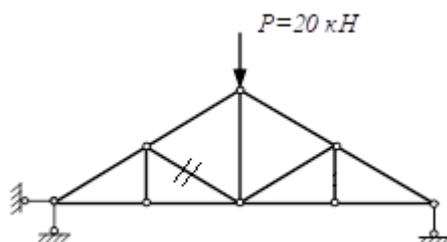
$$n = n_y + n_l$$

где  $n_l$  – это

- а) число лишних неизвестных
- б) число возможных перемещений системы
- в) число линейных перемещений системы
- г) число шарнирных узлов

**53. Определить продольное усилие в отмеченном на рисунке раскосе фермы, если длина каждой панели  $d = 2$  м.**

**N = \_\_\_\_\_ кН**



### Вопросы для подготовки к тестовым заданиям

1. Расчетные схемы сооружений. Типы Расчетных схем.
2. Способы соединения элементов в единую систему.
3. Статический и кинематический анализ строительных конструкций.
4. Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы.
5. Число степеней свободы и число «лишних» связей.
6. Необходимые и достаточные условия геометрической неизменяемости систем.
7. Формула Чебышёва для определения степени свободы системы.
8. Степень статической и кинематической неопределимости системы.
9. Методы определения усилий в статически определимых.
10. Виды нагрузок. Виды подвижных нагрузок.
11. Статический и кинематический методы построения линий влияния.
12. Линии влияния в двухопорной балке.
13. Линии влияния при узловой передаче нагрузки.
14. Определение усилий по линиям влияния.
15. Определение расчетного положения подвижных нагрузок по линиям.
16. Фермы, способы их образования.
17. Классификация ферм. Особенности их расчета.
18. Способы определения усилий в стержнях фермы.
19. Трехшарнирные арки. Понятие о распорной системе.
20. Свойства статически неопределимых систем.
21. Сущность метода сил.
22. Степень статической неопределимости.
23. Канонические уравнения метода сил.
24. Алгоритм расчета статически неопределимых систем методом сил.
25. Построение линий влияния в статически неопределимых системах

методом сил.

26. Степень кинематической неопределимости системы.

27. Основная система и неизвестные метода перемещений.

28. Канонические уравнения метода перемещений.

29. Статический и кинематический методы определени

30. Смешанный и комбинированный методы расчета статически неопределимых конструкций.

31. Упрощение расчета статически неопределимых систем: учет симметрии конструкции.

32. Расчет неразрезных балок методом сил.

33. Метод трех моментов. Уравнения. Неизвестные метода. Особенности метода.

34. Метод фокусных расстояний.

35. Особенности работы балок на упругих опорах.

36. Что входит в понятие расчетной схемы сооружения.

37. Степень подвижности при анализе кинематической неизменяемости системы?

38. Сущность принципа возможных перемещений и принципа независимости действия сил.

39. Роль матричных алгоритмов при расчете сооружений.

40. Матричные методы Строительной механики: вычисление перемещений.

41. Статически неопределимые системы.

42. Смешанный метод раскрытия статической неопределимости рам.

43. Устойчивость сооружений: формы упругого равновесия, критическая сила, вывод характеристического уравнения.

44. Метод конечных элементов. Идея метода

45. Классификация типов конечных элементов в зависимости от числа Степеней свободы

46. Разрешающее уравнение Метода конечных элементов

47. Матрица жесткости Конечного элемента. Формирование объединенной матрицы жесткости.

48. Конечный элемент с двумя степенями свободы. Вывод матрицы жесткости и разрешающего уравнения

49. Алгоритм решения задач по Методу конечных элементов

50. Стержневой конечный элемент с 4-я степенями свободы. Вывод матрицы жесткости

51. Треугольный и прямоугольный плоские конечные элементы. Матрицы жесткости. Характеристики элементов

52. Критическая нагрузка. Треугольный и прямоугольный плоские конечные

53. Отличие статически определимых систем от статически неопределимых.

54. Определение степени статической и кинематической неопределимости.

55. Возможные формы потери устойчивости сжато-изогнутых рамных систем.

56. Оценка устойчивости сжатого стержня постоянного сечения.

57. Влияние граничных условий сжато-изогнутых стержней на их устойчивость.

58. Сущность метода сил и метода перемещений при анализе устойчивости

арочных систем.

59. Сущность метода перемещений при расчете на устойчивость рамных систем.

60. Метод сил: порядок раскрытия статической неопределимости.

61. Метод сил: проверки метода.

62. Метод перемещений: порядок решения задач.

63. Метод перемещений: проверки метода.

64. Матричный алгоритм расчета стержневых систем методом перемещений.

65. Методы расчета для исследования устойчивости упругих систем.

66. Расчет рам на устойчивость с помощью метода перемещений.

67. Метод допускаемых напряжений

68. Метод разрушающих нагрузок

69. Расчеты по Методу предельных состояний

70. Расчет рам на устойчивость при узловом действии нагрузки

71. Использование метода Перемещений. Характеристическое уравнение устойчивости.