

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Архитектурно-строительный факультет  
Сопротивления материалов



УТВЕРЖДЕНО  
Декан  
Серый Д.Г.  
08.09.2025

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА»**

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Направленность (профиль) подготовки: Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений

Квалификация (степень) выпускника: инженер-строитель

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 6 лет

Объем:  
в зачетных единицах: 14 з.е.  
в академических часах: 504 ак.ч.

2025

**Разработчики:**

Заведующий кафедрой, кафедра сопротивления материалов  
Дробот В.А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, утвержденного приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 483, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержден приказом Минтруда России от 04.03.2014 № 121н; "Специалист по проектированию уникальных зданий и сооружений", утвержден приказом Минтруда России от 19.10.2021 № 730н; "Специалист в области экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий", утвержден приказом Минтруда России от 11.10.2021 № 698н; "Специалист по организации архитектурно-строительного проектирования", утвержден приказом Минтруда России от 21.04.2022 № 228н; "Специалист по организации строительства", утвержден приказом Минтруда России от 21.04.2022 № 231н; "Специалист в области производственно-технического и технологического обеспечения строительного производства", утвержден приказом Минтруда России от 29.10.2020 № 760н; "Руководитель строительной организации", утвержден приказом Минтруда России от 17.11.2020 № 803н.

**Согласование и утверждение**

№	Подразделение или коллегияльный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1		Руководитель образовательной программы	Рябухин А.К.	Согласовано	08.09.2025

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - является изучение общих теоретических основ расчета стержневых инженерных конструкций

Задачи изучения дисциплины:

- преобразование заданной системы, находящейся под действием внешних сил и воздействий к расчетной схеме сооружения;
- определение кинематического типа расчетной схемы на основании результатов кинематического анализа;
- - для статически определимой расчетной схемы: определение опорных реакций из условий равновесия систем сил, действующих на расчетную схему сооружения; определение внутренних усилий от действия заданной постоянной нагрузки; графическое построение эпюр внутренних усилий и выявление положения опасного сечения; определение опасного (невыгодного) положения временной нагрузки на сооружении; определение расчетных значений внутренних усилий от действия заданной постоянной и временной нагрузок, при опасном (невыгодном) положении временной нагрузки на сооружении;
- - для статически неопределимой расчетной схемы: выбор рационального метода расчета на основании анализа особенностей расчетной схемы сооружения; выбор рациональной основной системы для расчета в соответствии с выбранным методом расчета статически неопределимой системы; выявление условий соответствия между заданной расчетной схемой и основной системой принятого метода расчета статически неопределимой системы; выражение этих условий в математической форме в виде канонических уравнений, решение которых и позволяет раскрыть статическую неопределимость; определение внутренних усилий от действия заданной постоянной нагрузки; определение внутренних усилий от воздействия неравномерной осадки опор; определение внутренних усилий от воздействия изменения температуры окружающей среды; определение расчетных значений внутренних усилий от действия заданной постоянной и временной нагрузок..

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ОПК-1 Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук

ОПК-1.4 Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов (явлений) в виде математического(их) уравнения(й), обоснование граничных и начальных условий

*Знать:*

ОПК-1.4/Зн1 Базовые для профессиональной сферы физические процессы (явления) в виде математического(их) уравнения(й), обоснование граничных и начальных условий

ОПК-1.4/Зн2 Знает базовые для профессиональной сферы физических процессов (явлений) в виде математического(их) уравнения(й), обосновывать граничные и начальные условия

*Уметь:*

ОПК-1.4/Ум1 Представлять базовые для профессиональной сферы физические процессы (явления) в виде математического(их) уравнения(й), обоснование граничных и начальных условий

ОПК-1.4/Ум2 Умеет представлять базовые для профессиональной сферы физических процессов (явлений) в виде математического(их) уравнения(й), обосновывать граничные и начальные условия

*Владеть:*

ОПК-1.4/Нв1 Способностью представлять базовые для профессиональной сферы физические процессы (явления) в виде математического(их) уравнения(й), обоснование граничных и начальных условий

ОПК-1.4/Нв2 Владеет в профессиональной сфере физическим процессом (явлением) в виде математического(их) уравнения(й), по обоснованию граничных и начальных условий

ОПК-6 Способен осуществлять и организовывать разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением

ОПК-6.15 Определение основных нагрузок и воздействий, действующих на здание (сооружение)

*Знать:*

ОПК-6.15/Зн1 Основные виды нагрузок и воздействий, действующих на здание (сооружение)

*Уметь:*

ОПК-6.15/Ум1 Определять основные нагрузки и воздействия, действующих на здание (сооружение)

*Владеть:*

ОПК-6.15/Нв1 Способностью определять основные нагрузки и воздействия, действующих на здание (сооружение)

ОПК-6.17 Составление расчётной схемы здания (сооружения), определение условий работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок

*Знать:*

ОПК-6.17/Зн1 Правила составления расчётных схем зданий (сооружений), условий работы элементов строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок

*Уметь:*

ОПК-6.17/Ум1 Составлять расчётные схемы зданий (сооружений), определять условия работы элементов строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок

*Владеть:*

ОПК-6.17/Нв1 Способностью составлять расчётные схемы зданий (сооружений), определять условия работы элементов строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок

ОПК-6.18 Оценка прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения

*Знать:*

ОПК-6.18/Зн1 Методы оценки прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения

*Уметь:*

ОПК-6.18/Ум1 Выполнять оценку прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения

*Владеть:*

ОПК-6.18/Нв1 Способностью выполнять оценку прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения

ОПК-6.19 Динамический расчёт стержневой системы

*Знать:*

ОПК-6.19/Зн1 Основные принципы динамического расчёта стержневой системы

*Уметь:*

ОПК-6.19/Ум1 Выполнять динамический расчёт стержневой системы

*Владеть:*

ОПК-6.19/Нв1 Способностью выполнять динамический расчёт стержневой системы

### 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Строительная механика» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6, 7, 8.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Зачет (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Шестой семестр	108	3	55	1		16	38	53	Зачет
Седьмой семестр	252	7	53	3		18	32	172	Экзамен (27)
Восьмой семестр	144	4	57	3		18	36	60	Экзамен (27)
Всего	504	14	165	7		52	106	285	54

### 5. Содержание дисциплины (модуля)

#### 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Зачет	Внеаудиторная контактная работа	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Промежуточная аттестация

	Всё	Вн	Лек	Пр	Сам	Плз обу рез. про
<b>Раздел 1. Статически определимые системы</b>	<b>107</b>		<b>16</b>	<b>38</b>	<b>53</b>	ОПК-1.4 ОПК-6.15 ОПК-6.17 ОПК-6.18 ОПК-6.19
Тема 1.1. Основные понятия и исходные положения.	2		2			
Тема 1.2. Кинематический анализ стержневых систем.	12		2	4	6	
Тема 1.3. Статически определимые многопролетные системы.	14		2	6	6	
Тема 1.4. Теория линий влияния.	16		2	6	8	
Тема 1.5. Аналитический расчет статически определимых ферм.	16		2	6	8	
Тема 1.6. Линии влияния в фермах.	18		2	8	8	
Тема 1.7. Аналитический расчет трехшарнирных систем.	15		2	4	9	
Тема 1.8. Линии влияния в трехшарнирных арках.	14		2	4	8	
<b>Раздел 2. Промежуточная аттестация</b>	<b>1</b>	<b>1</b>				ОПК-1.4 ОПК-6.15 ОПК-6.17 ОПК-6.18 ОПК-6.19
Тема 2.1. Зачёт.	1	1				
<b>Раздел 3. Статически неопределимые систем</b>	<b>222</b>		<b>18</b>	<b>32</b>	<b>172</b>	ОПК-1.4 ОПК-6.15 ОПК-6.17 ОПК-6.18 ОПК-6.19
Тема 3.1. Статически неопределимые системы.	52		4	8	40	
Тема 3.2. Расчет статически неопределимой рамы методом сил.	58		4	8	46	
Тема 3.3. Статически неопределимые многопролетные неразрезные балки.	58		4	8	46	
Тема 3.4. Расчет статически неопределимых многопролетных неразрезных балок методом моментных фокусных отношений.	54		6	8	40	
<b>Раздел 4. Промежуточная аттестация</b>	<b>3</b>	<b>3</b>				ОПК-1.4 ОПК-6.15 ОПК-6.17 ОПК-6.18 ОПК-6.19
Тема 4.1. Экзамен.	3	3				
<b>Раздел 5. Расчет сложных статически неопределимых систем</b>	<b>114</b>		<b>18</b>	<b>36</b>	<b>60</b>	ОПК-1.4 ОПК-6.15 ОПК-6.17 ОПК-6.18 ОПК-6.19
Тема 5.1. Метод перемещений для расчета статически неопределимых систем.	26		4	8	14	

Тема 5.2. Расчет сложных статически неопределимых систем.	32		6	10	16	
Тема 5.3. Статически неопределимые фермы.	28		4	8	16	
Тема 5.4. Статически неопределимые арки.	28		4	10	14	
<b>Раздел 6. Промежуточная аттестация</b>	<b>3</b>	<b>3</b>				ОПК-1.4 ОПК-6.15 ОПК-6.17 ОПК-6.18 ОПК-6.19
Тема 6.1. Экзамен.	3	3				
<b>Итого</b>	<b>450</b>	<b>7</b>	<b>52</b>	<b>106</b>	<b>285</b>	

## 5.2. Содержание разделов, тем дисциплин

### *Раздел 1. Статически определимые системы*

*(Лекционные занятия - 16ч.; Практические занятия - 38ч.; Самостоятельная работа - 53ч.)*

#### *Тема 1.1. Основные понятия и исходные положения.*

*(Лекционные занятия - 2ч.)*

1. Предмет строительной механики.
2. Понятие о расчетной схеме сооружения.
3. Классификация расчетных схем.

#### *Тема 1.2. Кинематический анализ стержневых систем.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

1. Понятие о кинематическом типе системы.
2. Понятия о диске, шарнире, кинематических связях. Основные принципы образования геометрически не изменяемых систем.
3. Кинематический анализ расчетной схемы сооружения. Степень свободы. Степень статической неопределимости.

#### *Тема 1.3. Статически определимые многопролетные системы.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

1. Условия образования. Правила расстановки шарниров. Достоинства и недостатки МШБ.
2. Аналитический расчет статически определимых многопролетных шарнирных балок. Построение эпюр изгибающих моментов  $M$  и поперечных сил  $Q$ .
3. Аналитический расчет статически определимых многопролетных рам. Построение эпюр изгибающих моментов  $M$ , поперечных сил  $Q$  и продольных сил  $N$ .

#### *Тема 1.4. Теория линий влияния.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)*

1. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов, поперечных сил в простых двухопорных балках.
2. Линии влияния опорных реакций, поперечных сил и изгибающих моментов в простых консольных балках.
3. Линии влияния опорных реакций, поперечных сил и изгибающих моментов в статически определимых многопролетных шарнирных балках.
4. Определение усилий в балках по линиям влияния от действия постоянной нагрузки.
5. Определение невыгодного (опасного) положения нагрузки на сооружении. Понятие о расчетных усилиях.

*Тема 1.5. Аналитический расчет статически определимых ферм.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)*

1. Классификация статически определимых ферм.
2. Условия геометрической неизменяемости ферм.
3. Упрощения, положенные в основу расчета статически определимых ферм.
4. Аналитические методы расчета ферм. Метод сечений. Способ моментной точки.
5. Метод вырезания узлов для определения усилий в стержнях ферм. Признаки нулевых стержней.
6. Определение усилий в стержнях сложных ферм. Метод замкнутых сечений. Метод совместных сечений.
7. Расчет шпренгельных ферм. Классификация стержней шпренгельной фермы.
8. Основы расчета пространственных ферм.

*Тема 1.6. Линии влияния в фермах.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 8ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)*

1. Линии влияния опорных реакций. Независимость линий влияния опорных реакций от очертания решетки.
2. Линии влияния усилий в стержнях простых балочных ферм. Определение линий влияния и необходимость аналитического выявления закона изменения усилия в стержне фермы. Приоритеты аналитических методов.
3. Линии влияния усилий в стержнях консольных балочных ферм.
4. Линии влияния в стержнях шпренгельных ферм.

*Тема 1.7. Аналитический расчет трехшарнирных систем.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 9ч.)*

1. Классификация трехшарнирных систем. Условия геометрической неизменяемости.
2. Особенности определения опорных реакций.
3. Аналитический расчет трехшарнирной арки. Определение внутренних усилий. Построение эпюр изгибающих моментов  $M$ , поперечных сил  $Q$  и продольных сил.
4. Аналитический расчет трехшарнирной рамы. Определение внутренних усилий. Построение эпюр изгибающих моментов  $M$ , поперечных сил  $Q$  и продольных сил  $N$ . Проверка правильности построения эпюр.

*Тема 1.8. Линии влияния в трехшарнирных арках.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)*

1. Построение линий влияния методом суммирования ординат. Определение усилий в арках по линиям влияния.
2. Построение линий влияния в арках методом нулевой точки.
3. Свойства, преимущества и недостатки трехшарнирных систем.

**Раздел 2. Промежуточная аттестация**

***(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.)***

*Тема 2.1. Зачёт.*

*(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.)*

Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта.

**Раздел 3. Статически неопределимые систем**

***(Лекционные занятия - 18ч.; Практические занятия - 32ч.; Самостоятельная работа - 172ч.)***

### *Тема 3.1. Статически неопределимые системы.*

*(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 8ч.; Самостоятельная работа - 40ч.)*

1. Понятие статической неопределимости систем. Степень статической неопределимости. Лишние связи.
2. Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил.
3. Определение коэффициентов при неизвестных и свободных членах канонических уравнений метода сил.
4. Определение внутренних силовых факторов в статически неопределимых системах.

### *Тема 3.2. Расчет статически неопределимой рамы методом сил.*

*(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 8ч.; Самостоятельная работа - 46ч.)*

1. Выбор рациональной основной системы.
2. Построение эпюр изгибающих моментов  $M$ , поперечных сил  $Q$ , продольных сил  $N$ . Проверки правильности построения эпюр.
3. Расчет статически неопределимой рамы методом сил на действие неравномерного нагрева.
4. Расчет статически неопределимой рамы методом сил на действие осадки опор.
5. Преимущества и недостатки статически неопределимых систем в сравнении с другими типами расчетных схем.

### *Тема 3.3. Статически неопределимые многопролетные неразрезные балки.*

*(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 8ч.; Самостоятельная работа - 46ч.)*

1. Степень статической неопределимости. Выбор рациональной основной системы при расчете неразрезной балки методом сил.
2. Уравнение трех моментов как частный случай канонического уравнения метода сил.
3. Методика расчета балки с применением уравнения трех моментов.

### *Тема 3.4. Расчет статически неопределимых многопролетных неразрезных балок методом моментных фокусных отношений.*

*(Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 8ч.; Самостоятельная работа - 40ч.)*

1. Понятие о моментной фокусной точке. Фокусное моментное отношение. Определение правого и левого фокусного моментного отношений.
2. Расчет статически неопределимых многопролетных неразрезных балок методом моментных фокусных отношений. Построение эпюры изгибающих моментов. Определение опорных моментов в загруженном пролете. Определение опорных моментов в незагруженном пролете.
3. Общий порядок расчета статически неопределимых многопролетных неразрезных балок методом моментных фокусных отношений. Проверка правильности расчета.
4. Построение объемлющих эпюр при совместном действии постоянной и временной нагрузок.
5. Преимущества и недостатки неразрезных балок в сравнении с многопролетными статически определимыми балками.

## **Раздел 4. Промежуточная аттестация**

***(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)***

### *Тема 4.1. Экзамен.*

*(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)*

Проведение промежуточной аттестации в форме экзамена.

## **Раздел 5. Расчет сложных статически неопределимых систем**

**(Лекционные занятия - 18ч.; Практические занятия - 36ч.; Самостоятельная работа - 60ч.)**

### **Тема 5.1. Метод перемещений для расчета статически неопределимых систем.**

**(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 8ч.; Самостоятельная работа - 14ч.)**

1. Понятие кинематической неопределимости систем. Степень кинематической неопределимости.
2. Сущность метода перемещений. Основная система метода перемещений. Канонические уравнения метода перемещений.
3. Определение коэффициентов при неизвестных и свободных членах канонических уравнений метода перемещений.
4. Расчет статически неопределимых рам методом перемещений. Построение эпюр изгибающих моментов  $M$ , поперечных сил  $Q$ , продольных сил  $N$ . Проверки правильности построения эпюр.
5. Применение метода перемещений в расчетах на действие изменения температуры и осадки опор.

### **Тема 5.2. Расчет сложных статически неопределимых систем.**

**(Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 10ч.; Самостоятельная работа - 16ч.)**

1. Использование свойств симметрии. Комбинированный метод расчета статически неопределимых рам.
2. Расчет статически неопределимых рам смешанным методом.
3. Приближенные методы расчета статически неопределимых рам.

### **Тема 5.3. Статически неопределимые фермы.**

**(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 8ч.; Самостоятельная работа - 16ч.)**

1. Степень статической неопределимости. Выбор расчетной схемы и метода расчета статически неопределимой фермы.
2. Особенности расчета статически неопределимой фермы методом сил. Определение коэффициентов при неизвестных и свободных членах канонических уравнений метода сил.
3. Определение усилий в стержнях статически неопределимой фермы. Проверка правильности определения усилий в стержнях фермы.

### **Тема 5.4. Статически неопределимые арки.**

**(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 10ч.; Самостоятельная работа - 14ч.)**

1. Определение степени статической неопределимости. Выбор метода расчета и расчетной схемы статически неопределимой арки арок.
2. Расчет двухшарнирных арок на действие неподвижной нагрузки.
3. Расчет бесшарнирных арок на действие неподвижной нагрузки. Использование метода упругого центра.

## **Раздел 6. Промежуточная аттестация**

**(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)**

### **Тема 6.1. Экзамен.**

**(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)**

Проведение промежуточной аттестации в форме экзамена.

## **6. Оценочные материалы текущего контроля**

### **Раздел 1. Статически определимые системы**

*Форма контроля/оценочное средство: Компетентностно-ориентированное задание*

### Вопросы/Задания:

1. Строительная механика это наука о  
методах расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость экономичных элементов конструкций и простейших конструкций  
методах оптимизации прочностных расчётов строительных конструкций  
методах расчёта на прочность и жёсткость стержневых систем, оболочек и массивов

2. Какие материальные объекты являются предметом изучения в курсе «Строительная механика стержневых систем»?

сложные стержневые системы

пластины и оболочки

массивные тела

простейшие рамы, балки и арки

3. Расчетной схемой сооружения

схема, отображающая конструктивные особенности зданий и сооружений

схема, показывающая характер взаимодействия между отдельными элементами строительной конструкции

упрощенное изображение реального сооружения, отражающее наиболее важные его свойства

схема, показывающая возможные перемещения точек, принадлежащих сооружению

4. Что понимают под степенью свободы стержневой системы?

количество простых шарниров

число связей стержневой системы, присоединяющих ее к бесконечному диску «земля»

количество стержней стержневой системы

число независимых геометрических параметров, полностью описывающих положение системы на плоскости (или в пространстве)

5. Степень свободы системы равна нулю  $W = 0$ , это говорит о том, что

система статически определима и геометрически неизменяема

система обладает достаточным количеством связей, чтобы быть статически определимой и геометрически неизменяемой

система статически определима, для проверки геометрической неизменяемости необходимо проанализировать образование системы и соответствие ее принципам образования геометрически неизменяемых систем

система имеет одну лишнюю связь, т. е. один раз статически неопределима, и может быть геометрически неизменяема

6. Степень свободы системы равна  $W = -1$ , это говорит о том, что

система статически определима и геометрически неизменяема

система обладает достаточным количеством связей, чтобы быть статически определимой и геометрически неизменяемой

система статически определима, для проверки геометрической неизменяемости необходимо проанализировать образование системы и соответствие ее принципам образования геометрически неизменяемых систем

система имеет одну лишнюю связь, т. е. один раз статически неопределима, и может быть геометрически неизменяема

7. Какие стержневые системы называются геометрически неизменяемыми?

статически определимые и геометрически неизменяемые системы не чувствительные к осадке опор

системы, перемещения в которых происходят под действием приложенной нагрузки

системы, перемещения в которых происходят как под действием приложенной нагрузки, так и при отсутствии приложенной нагрузки

системы имеющие лишние связи, т. е. степень свободы которых  $W < 0$

8. В чем состоит смысл понятия "диск"

элемент, шарнирно прикрепленный к основанию

элемент системы, геометрическая неизменяемость которого не требует дополнительных доказательств

шарнирно-стержневой треугольник  
жесткое соединение элементов

9. Какое соединение дисков называется простым?

соединение двух дисков с помощью одного шарнира  
соединение трех и более дисков с помощью одного шарнира  
соединение двух дисков  
соединение двух ферменных элементов с помощью одного шарнира

10. Что представляет собой диада?

два диска, соединенных шарниром  
два диска, соединенных шарниром и шарнирно прикрепленных к основанию  
два ферменных элемента, соединенных шарниром  
шарнирно-стержневой элемент системы

11. Укажите, сколькими степенями свободы обладает шарнирно-неподвижная опора

$W = -2$   
 $W = -2$   
 $W = 3$   
 $W = -3$

12. Укажите, сколькими степенями свободы обладает шарнирно-подвижная опора

$W = -2$   
 $W = -1$   
 $W = 1$   
 $W = -3$

13. В чем состоит смысл понятия « диск»

элемент, шарнирно прикрепленный к основанию  
элемент системы, геометрическая неизменяемость которого не требует дополнительных доказательств  
шарнирно-стержневой треугольник  
жесткое соединение элементов

14. В чем состоит смысл понятия «Степень свободы системы»

количество независимых геометрических параметров, полностью описывающих положение системы на плоскости или в пространстве  
количественный показатель изменяемости системы  
количество возможных перемещений системы  
количество возможных перемещений всех сосредоточенных масс системы

15. Какой вид имеют условия геометрической неизменяемости и статической определимости?

$W = 3 \cdot D - 2 \cdot \Pi - C_O > 0$   
 $W = 3 \cdot D - 2 \cdot \Pi = 0$   
 $W = 3 \cdot D - 2 \cdot \Pi - C_O < 0$   
 $W = 3 \cdot D - 2 \cdot \Pi - C_O = 0$

16. Какое соединение дисков называется простым?

соединение двух дисков с помощью одного шарнира  
соединение трех и более дисков с помощью шарнира  
соединение двух дисков  
соединение двух ферменных элементов с помощью одного шарнира и стержня

17. Какое соединение дисков называется сложным?

соединение двух ферменных элементов с помощью одного шарнира  
соединение двух дисков с помощью одного шарнира  
шарнирное соединение трех и более дисков  
шарнирное соединение двух и более дисков

18. В каком случае при соединении двух дисков образуется геометрически неизменяемая система?

соединение дисков посредством трех шарниров, не лежащих на одной прямой  
соединение двух дисков при помощи трех стержней не параллельных и не пересекающихся в одной точке  
при соединении двух дисков и диады  
соединение двух дисков при помощи трех стержней, не пересекающихся в одной точке

19. Какая из систем будет геометрически изменяемой?

узел, присоединенный к диску с помощью двух стержней (диады), оси которых не лежат на одной прямой  
два диска, соединенные между собой тремя стержнями, оси которых не пересекаются в одной точке и не являются параллельными  
три диска, соединенные между собой тремя шарнирами, на лежащими на одной прямой  
два диска, соединенные между простым шарниром и стержнем, ось которого, проходит через шарнир

20. Многопролетной шарнирной балкой (МШБ) называется

балка, состоящая из двух или более простых балок, соединенных между собой шарнирами  
балка, состоящая из двух или более простых балок с консолями или без консолей, соединенных между собой шарнирами  
балка, состоящая из двух или более простых балок, содержащих промежуточные шарниры  
балка, состоящая из двух или более простых балок, содержащих промежуточные одинарные или парные шарниры

21. МШБ обладают рядом преимуществ по сравнению с однопролетными балками.

Какое из ниже указанных преимуществ не относится к многопролетной шарнирной балке:

позволяют перекрыть большие пролеты цепью статически определимых балок  
состоит из небольших элементов, что позволяет использовать конструкции заводского изготовления  
МШБ экономичны – так как за счет перераспределения усилий происходит уменьшение изгибающих моментов по сравнению с однопролетными вариантами  
все элементы конструкции работают только на растяжение-сжатие

22. Недостатки, присущие МШБ:

введение шарниров уменьшает жесткость МШБ по сравнению с неразрезными балками  
возникают конструктивные трудности при устройстве шарниров  
в МШБ возникают усилия от осадки опор и температурного воздействия  
позволяют перекрыть большие пролеты цепью статически определимых балок

23. МШБ можно получить из неразрезной статически неопределимой балки путем

введения промежуточных шарниров. Количество вводимых промежуточных шарниров равно степени статической неопределимости неразрезной статически неопределимой балки минус три  
может быть определено из условия статической определимости системы  
количество промежуточных шарниров всегда меньше количества имеющихся в системе опорных связей на 3  
количество промежуточных шарниров всегда меньше количества имеющихся в системе опорных узлов на 3

24. В составе МШБ различают 3 категории однопролетных балок: Главная балка – это...

простая однопролетная балка, которая имеет две (непересекающиеся в одной точке) или три связи с землей и воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок  
простая однопролетная балка, которая имеет одну связь с землей или две (пересекающиеся в одной точке), воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок  
простая однопролетная балка, которая не имеет связей с землей и всю свою нагрузку передает на нижележащие балки  
жестко защемленная однопролетная балка

25. В составе МШБ различают 3 категории однопролетных балок: Второстепенная балка – это...

простая однопролетная балка, которая имеет две (непересекающиеся в одной точке) или три связи с землей и воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок

простая однопролетная балка, которая имеет одну связь с землей или две (пересекающиеся в одной точке), воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок

простая однопролетная балка, которая не имеет связей с землей и всю свою нагрузку передает на нижележащие балки

жестко защемленная однопролетная балка

26. В составе МШБ различают 3 категории однопролетных балок: Подвесная балка – это...

простая однопролетная балка, которая имеет две (непересекающиеся в одной точке) или три связи с землей и воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок

простая однопролетная балка, которая имеет одну связь с землей или две (пересекающиеся в одной точке), воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок

простая однопролетная балка, которая не имеет связей с землей и всю свою нагрузку передает на нижележащие балки

жестко защемленная однопролетная балка

27. Этажная схема взаимодействия элементов

позволяет выявить особенности перераспределения внутренних усилий в МШБ

отражает особенности соединения элементов МШБ

отражает последовательность монтажа конструкции

используется при расчете многопролетной шарнирной системы для определения последовательности по-элементного расчета

28. Порядок построения этажной схемы:

мысленно удаляют все промежуточные шарниры, при этом балка распадается на несколько простых балок с консолями и без консолей, с опорами и без опор; определяют тип каждой из балок и каждую последующую балку помещают на вышележащем этаже

построение этажной схемы начинают с самого нижнего «этажа», в котором устанавливают главные балки, а затем в порядке «монтажа» – вспомогательные, в последнюю очередь - подвесные

мысленно удаляют все промежуточные шарниры, при этом балка распадается на несколько простых балок с консолями и без консолей, с опорами и без опор; определяют тип каждой из балок. Балки одного типа помещают на одном уровне, каждую последующую балку помещают на вышележащем этаже

построение этажной схемы начинают с самого нижнего «этажа», в котором устанавливают главные балки и вспомогательные, в последнюю очередь - подвесные

29. Общий порядок расчета МШБ статически определимой балки:

Расчет начинается с самого верхнего элемента и последовательно продолжается для всех нижележащих элементов

Расчет начинается с главного элемента этажной схемы и последовательно продолжается для всех элементов. Для каждого вышележащего элемента следует учитывать только приложенную к нему нагрузку. Давление вышележащего элемента прикладывается на консоли нижележащего элемента в той его точке, где на него опирается вышележащий элемент. Сила давления равна по величине опорной реакции вышележащего элемента, но имеет обратное направление

Расчет начинается с самого верхнего элемента и последовательно продолжается для всех нижележащих элементов. Для каждого нижележащего элемента следует учитывать не только приложенную к нему нагрузку, но и давления, передаваемые вышележащими элементами. Давление вышележащего элемента прикладывается на консоли нижележащего элемента в той

его точке, где на него опирается вышележащий элемент. Сила давления равна по величине опорной реакции вышележащего элемента, но имеет обратное направление  
Расчет производится по-элементно, при этом учитывается как приложенная непосредственно нагрузка, так и давление вышележащих элементов

30. Как определяется плечо распора относительно ключевого сечения?

равно расстоянию по вертикали от ключевого шарнира до линии, соединяющей опорные шарниры

равно расстоянию по горизонтали от ключевого шарнира до опоры

равно кратчайшему расстоянию от ключевого шарнира до линии, соединяющей опорные шарниры

равно расстоянию по горизонтали от ключевого шарнира до линии, соединяющей опорные шарниры

## **Раздел 2. Промежуточная аттестация**

*Форма контроля/оценочное средство: Компетентностно-ориентированное задание*

*Вопросы/Задания:*

1. Что представляет собой диада?

два стержня, не лежащих на одной оси и соединенных шарниром

два диска, соединенных шарниром и шарнирно прикрепленных к основанию

два ферменных элемента

шарнирно-стержневой треугольник

2. Укажите верное условие геометрической неизменяемости ферм

$$W = 2 \cdot D - C - CO = 0$$

$$W = 2 \cdot Y - C - CO = 0$$

$$W = 3 \cdot D - 2 \cdot III - CO > 0$$

$$W = 3 \cdot D - 2 \cdot III - CO = 0$$

3. Линия влияния – это ?

графическое изображение закона изменения заданного усилия в заданном сечении (или опорной реакции) при движении по сооружению заданной нагрузки

Закон изменения усилия, представленный в графическом виде

графическое изображение закона изменения заданного усилия в заданном сечении (или опорной реакции) при движении по сооружению силы  $P=1$

график, отражающий влияние на величину усилия в заданном сечении (или опорной реакции) перемещение силы по сооружению

4. Линии влияния в статически определимых системах являются

замкнутыми кривыми линиями

функциями с линейными и нелинейными участками

кусочно-линейными функциями

нелинейными функциями

5. Какие действия не выполняются при построении линий влияния кинематическим способом?

составление уравнения суммы работ при определенном положении единичной силы

построение плана перемещений

отбрасывание связи, препятствующей перемещению системы в направлении рассматриваемого усилия

загружение системы произвольной внешней нагрузкой

6. С помощью линий влияния можно определить

внутренние усилия в произвольном сечении от множества внешних загрузок системы

внутренние усилия в заданном сечении от множества внешних загрузок системы

внутренние усилия в произвольном сечении от действия единичной подвижной силы

внутренние усилия в заданном сечении от действия единичной подвижной силы

7. Что имеется на линии влияния поперечной силы под расчетным сечением?

нет ни изломов, ни разрывов  
имеется локальный экстремум  
имеется излом  
имеется разрыв (скачок), равный единице

8. Определение усилий в многопролетных шарнирных балках от действия приложенной равномерно распределенной нагрузки по линии влияния производится по формуле:

сумма произведений величины приложенной сосредоточенной силы на величину ординаты линии влияния под этой силой. Ординаты линий влияния и площади соответствующих участков определяем из подобия треугольников

сумма произведений интенсивности приложенной нагрузки на - площадь участка линии влияния, расположенного под этой нагрузкой

сумма произведений величины приложенного момента на величину тангенса угла наклона участка линии влияния, расположенного под точкой приложения момента -  $tg$

9. Какая система называется трехшарнирной аркой (рамой)

трехшарнирной аркой (рамой) называется распорная система, состоящая из двух полуарок (полурам), соединенных между собой и с поверхностью земли шарнирами

трехшарнирной аркой (рамой) называется статически определимая и геометрически неизменяемая распорная система, состоящая из двух полуарок (полурам), соединенных между собой и с шарниром и шарнирно прикрепленная к основанию

трехшарнирной аркой (рамой) называется статически определимая распорная система, состоящая из двух полуарок (полурам), соединенных между собой шарнирами

трехшарнирной аркой (рамой) называется статически определимая распорная система, состоящая из двух полуарок (полурам), соединенных между собой и с поверхностью земли шарнирами

10. Трехшарнирные системы называются распорными, так как

под действием горизонтальной нагрузки в них возникают горизонтальные составляющие опорных реакций - распор, которые принято обозначать символом «Н»

под действием нагрузки любого типа (вертикальной или горизонтальной) в них возникают вертикальные составляющие опорных реакций - распор, которые принято обозначать символом «Н»

под действием сосредоточенной нагрузки (вертикальной или горизонтальной) в них возникают горизонтальные составляющие опорных реакций - распор, которые принято обозначать символом «Н»

под действием нагрузки любого типа в них возникают горизонтальные составляющие опорных реакций - распор, которые принято обозначать символом «Н»

11. Для определения горизонтальных составляющих опорных реакций

составляют уравнения равенства нулю суммы моментов всех сил, приложенных к арке, относительно ключевого шарнира; из последних уравнений величину распора  $H$  выразим в виде равенства: где - «балочный» изгибающий момент относительно ключевого шарнира  $C$ ,  $f$  - стрела подъема арки

составляют уравнения равенства нулю суммы моментов всех сил, приложенных к левой полуарке (или правой полуарке), относительно ключевого шарнира; из последних уравнений величину распора  $H$  выразим в виде равенства, где - «арочный» изгибающий момент относительно ключевого шарнира  $C$ ,  $U_c$  - высота арки «в ключе»

составляют уравнения равенства нулю суммы моментов всех сил, приложенных к левой полуарке (или правой полуарке), относительно ключевого шарнира; из последних уравнений величину распора  $H$  выразим в виде равенства, где - «балочный» изгибающий момент относительно ключевого шарнира  $C$ ,  $U_c$  - высота арки «в ключе»

составляют уравнения равенства нулю суммы моментов всех сил, приложенных к левой полуарке, относительно ключевого шарнира; из последних уравнений величину распора  $H$  выразим в виде равенства: , где - «балочный» изгибающий момент относительно ключевого шарнира  $C$ ,  $f$  - стрела подъема арки

12. При действии на трехшарнирную арку горизонтальных внешних нагрузок ее горизонтальные опорные реакции не равны друг другу  
отсутствуют  
равны между собой  
равны распору системы

13. Распором трехшарнирной системы называется  
вертикальная составляющая опорных реакций при действии на систему только вертикальных нагрузок  
вертикальная составляющая опорных реакций при действии на систему горизонтальных нагрузок  
горизонтальная составляющая опорных реакций при действии на систему только вертикальных нагрузок  
горизонтальная составляющая опорных реакций при действии на систему произвольной системы внешних нагрузок

14. Соответствующая арке балка - это  
статически определимая однопролетная балка, которая перекрывает пролет той же длины и несет такую же нагрузку, как и арка  
жестко защемленная балка, которая перекрывает пролет той же длины и несет такую же нагрузку, как и арка  
статически неопределимая балка, которая перекрывает пролет той же длины и несет такую же нагрузку, как и арка  
балка, которая перекрывает пролет той же длины и несет такую же нагрузку, как и арка

15. Поперечная сила в сечении арки -  $Q_K$   
определяется как алгебраическая сумма проекций всех сил, приложенных по одну сторону от сечения на ось, перпендикулярную касательной, проведенной к оси арки в сечении  $K$  (на плоскость сечения): ,где - балочная поперечная сила в сечении  $K$ , - угол наклона касательной, проведенной к оси арки в сечении  $K$   
определяется как алгебраическая сумма проекций всех сил, приложенных по одну сторону от сечения на ось, перпендикулярную оси арки в сечении  $K$ (на нормаль к сечению): ,где - балочная поперечная сила в сечении  $K$ , - угол наклона касательной, проведенной к оси арки в сечении  $K$   
определяется как алгебраическая сумма проекций всех сил, приложенных по одну сторону от сечения на ось, перпендикулярную касательной, проведенной к оси арки в сечении  $K$ (на плоскость сечения): ,где - балочная поперечная сила в сечении  $K$ , - угол наклона затяжки, прикрепленной к оси арки в сечении  $K$   
определяется как алгебраическая сумма проекций всех приложенных сил на ось, перпендикулярную касательной, проведенной к оси арки в сечении  $K$ (на плоскость сечения): ,где - балочная поперечная сила в сечении  $K$ , - угол наклона касательной, проведенной к оси арки в сечении  $K$

16. Изгибающий момент в произвольном сечении  $K$  арки определяется как -  $M_K$   
определяется как  $M_K = M + H \cdot U_c$ , где:  $M$ - балочный изгибающий момент,  $H$  - распор,  $U_c$ - ордината ключевого сечения  
определяется как алгебраическая сумма моментов всех сил, приложенных по одну сторону от сечения, относительно центра сечения: ,где: - балочный изгибающий момент,  $H$  - распор,  $u_K$  – абсцисса сечения  $k$   
определяется как алгебраическая сумма моментов всех сил, приложенных по одну сторону от сечения, относительно центра сечения: ,где: - балочный изгибающий момент в сечении  $K$   $H$  - распор,  $u_K$ - ордината сечения  $k$   
определяется как алгебраическая сумма моментов всех сил, приложенных по одну сторону от сечения, относительно центра сечения:  $M_K = M_K^0 - H \cdot u_K$  где: - балочный изгибающий момент в сечении  $K$   $H$  - распор, -  $u_K$ -з отрезок вертикали, заключенный между сечением  $K$  и затяжкой

17. Продольная (нормальная) сила в сечении  $K$  –  $N_K$  определяется как:

$N_k = -Q_k \sin \varphi + H (\cos \varphi + \sin \alpha)$  где:  $Q_k$ - балочная поперечная сила в сечении  $k$ ,  $\varphi$ - угол накл касат. к оси арки в сеч  $k$ ,  $H$  - распор,  $\alpha$  - угол накл затяжки к гориз

$N_k = -(Q_k \sin \varphi + H \cos \varphi)$  где:  $Q_k$ - балочная поперечная сила в сечении  $k$ ,  $\varphi$ - угол накл касат. к оси арки в сеч  $k$ ,  $H$  - распор

алгебр сумма проекций всех сил, прилож по одну сторону от сечения на плоскость сечения

#### 18. К достоинствам трехшарнирных систем следует отнести следующее

по величине и знаку усилий трехшарнирные конструкции выгодно отличаются от всех прочих пролетных конструкций: позволяют использовать малопрочные местные природные и искусственные каменные материалы: известняк, ракушечник, кирпич, низкомарочный бетон и т.д.

значительная величина распора (особенно в пологих арках) требует устройства особо прочных опорных узлов или установки затяжки

при монолитном исполнении – необходимость устройства несущего каркаса опалубки шарниры уменьшают жесткость конструкции

#### 19. Что представляет собой линия влияния горизонтальной составляющей опорной реакции (распора)

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочного изгибающего момента в сечении  $K$  и линии влияния распора  $H$ , все ординаты которой умножены на значение ординаты сечения  $K$  и взяты с противоположным знаком

линию влияния балочного изгибающего момента в сечении  $C$ , все ординаты которой поделены на  $f$ , где  $f$  – стрела подъема арки

результат суммирования ординат двух линий влияния: линии влияния балочной поперечной силы, все ординаты которой умножены на значение косинуса угла наклона касательной в сечении  $K$ , и линии влияния распора  $H$ , все ординаты которой взяты с противоположным знаком и умножены на значение синуса угла наклона касательной в сечении  $K$

#### 20. Что представляет собой линия влияния арочной поперечной силы в сечении $K$

линию влияния балочного изгибающего момента в сечении  $C$ , все ординаты которой умножены на  $(\cos \varphi)$  (где  $f$  – стрела подъема арки или высота арки в ключе)

разность линии влияния балочной поперечной силы, умноженной на  $\cos \varphi$  и линии влияния распора  $H$ , умноженной на  $\sin \varphi$  (угла наклона касательной в сечении  $K$ )

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочного изгибающего момента в сечении  $K$  и линии влияния распора  $H$ , все ординаты которой умножены на значение ординаты сечения  $K$  и взяты с противоположным знаком

#### 21. Что представляет собой линия влияния арочной продольной силы в сечении $K$

линию влияния балочного изгибающего момента в сечении  $C$ , все ординаты которой умножены на  $(\cos \varphi)$  (где  $f$  – стрела подъема арки или высота арки в ключе)

результат суммирования ординат двух линий влияния: линии влияния балочной поперечной силы, все ординаты которой умножены на значение косинуса угла наклона касательной в сечении  $K$ , и линии влияния распора  $H$ , все ординаты которой взяты с противоположным знаком и умножены на значение синуса угла наклона касательной в сечении  $K$

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочного изгибающего момента в сечении  $K$  и линии влияния распора  $H$ , все ординаты которой умножены на значение ординаты сечения  $K$  и взяты с противоположным знаком

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочной поперечной силы, все ординаты которой умножены на значение синуса угла наклона касательной в сечении  $K$  и распора  $H$ , все ординаты которой умножены на значение косинуса угла наклона касательной в сечении  $K$ , все ординаты необходимо взять с противоположным знаком

#### 22. Что представляет собой линия влияния арочного изгибающего момента в сечении $K$

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочной поперечной силы, все ординаты которой умножены на значение синуса угла наклона касательной в сечении  $K$  и распора  $H$ , все ординаты которой умножены на значение косинуса угла наклона касательной в сечении  $K$ , все ординаты необходимо взять с противоположным знаком

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочного изгибающего момента в сечении  $K$  и линии влияния распора  $H$ , все ординаты которой умножены на

значение ординаты сечения  $K$  и взяты с противоположным знаком  
линию влияния балочного изгибающего момента в сечении  $C$ , все ординаты которой умножены на  $(f - \frac{f^2}{4l})$  (где  $f$  – стрела подъема арки или высота арки в ключе)  
результат суммирования ординат двух линий влияния: линии влияния балочной поперечной силы, все ординаты которой умножены на значение косинуса угла наклона касательной в сечении  $K$ , и линии влияния распора  $H$ , все ординаты которой взяты с противоположным знаком и умножены на значение синуса угла наклона касательной в сечении  $K$

23. Скачки на эпюрах продольных и поперечных сил в арке имеют место  
в точках приложения внешних сосредоточенных сил  
в точках приложения внешних сосредоточенных сил, а так же в точках приложения внешних сосредоточенных моментов  
в точках крепления затяжек и подвесок  
в точках приложения внешних сосредоточенных сил, а также в точках крепления затяжек и подвесок

24. Построение эпюр в многопролетных статически определимых балках начинают  
с самого верхнего элемента этажной схемы  
с крайнего левого элемента этажной схемы  
с самого нижнего элемента этажной схемы  
с жестко защемленного элемента этажной схемы

25. Ордината линии влияния  $S_n$  представляет собой  
Величину усилия  $S$  в сечении  $n$  при положении силы  $P=1$  на сооружении над рассматриваемой ординатой

Величину усилия  $S$  в сечении  $n$  при положении силы  $P=1$  на сооружении над сечением  $n$

Величину усилия  $S$  в сечении  $n$  при положении силы  $P$  на сооружении над сечением  $n$

26. Как учитывается взаимодействие элементов многопролетной шарнирной балки при построении линий влияния?

Выполнить построение линии влияния в усилия в заданном сечении как в простой балке

Продолжить построение линии влияния в пределах вышележащего на этажной схеме элемента

Построив линию влияния в том элементе этажной схемы, на который попало сечение как в простой балке, затем крайнюю ординату построенной линии влияния соединяем прямой линией с нулевой точкой, расположенной на опорной вертикали вышележащего элемента, и, если вышележащий элемент имеет консоль, продолжить эту линию до конца консоли вышележащего элемента

Построив линию влияния в том элементе этажной схемы, на который попало сечение как в простой балке, затем крайнюю ординату построенной линии влияния соединяем прямой линией с нулевой точкой, расположенной на опорной вертикали вышележащего элемента, и, если вышележащий элемент имеет консоль, продолжить эту линию до конца консоли вышележащего элемента. Такое построение повторяют для всех вышележащих на этажной схеме элементов

27. Для построения линии влияния опорной реакции в простой двухопорной балке достаточно

Отложить на соответствующей опорной вертикали «+1» и продолжить прямую линию до конца консоли

Отложить на соответствующей опорной вертикали «+1», соединить отложенную ординату с нулем, расположенным на другой опорной вертикали, продолжить прямую линию до конца консоли слева и справа

Отложить на соответствующей опорной вертикали «+1», соединить отложенную ординату с нулем, расположенным на другой опорной вертикали, продолжить прямую линию в пределах консолей (если балка имеет консоли)

28. Для построения линии влияния поперечной силы в сечении, расположенном на левой консоли простой балки

достаточно на свободном конце консоли отложить «+1» и соединить с нулем, расположенным

под указанным сечением

достаточно на свободном конце консоли отложить «+1», построить прямую линию до сечения, справа от сечения ординаты линии влияния – нулевые

достаточно на свободном конце консоли отложить «+1» и построить горизонтальную линию до сечения, правая ветвь линии влияния – нулевая

29. Для построения линии влияния изгибающего момента в сечении, расположенном на левой консоли простой балки

достаточно на свободном конце консоли отложить расстояние от конца консоли и соединить с нулем, расположенным под указанным сечением

достаточно на свободном конце консоли отложить со знаком «минус» расстояние от конца консоли и соединить с нулем, расположенным под указанным сечением

достаточно на свободном конце консоли отложить со знаком «минус» расстояние от конца консоли и соединить с нулем, расположенным под указанным сечением, правая ветвь линии влияния – нулевая

достаточно на свободном конце консоли отложить «+1» и соединить с нулем, расположенным под указанным сечением

30. Правила знаков, принятые при определении усилий по линиям влияния:

Если  $P_i$  или  $q_i$  направлены вниз, то их принято считать положительными Ординаты  $Y_i$  определяются по линиям влияния из подобия треугольников и снимаются с линии влияния с соответствующими знаками, площади участков линии влияния так же принимаются с соответствующими им на линии влияния знаками

Если  $P_i$  или  $q_i$  совпадают по направлению, то их принято считать положительными Ординаты  $Y_i$  определяются по линиям влияния из подобия треугольников и снимаются с линии влияния с соответствующими знаками, площади участков линии влияния так же принимаются с соответствующими им на линии влияния знаками

Если  $P_i$  или  $q_i$  направлены вниз, то их принято считать положительными Ординаты  $Y_i$  определяются по линиям влияния из подобия треугольников и снимаются с линии влияния с соответствующими знаками, площади участков линии влияния так же принимаются положительными

Если  $P_i$  или  $q_i$  противоположны по направлению, то их принято считать положительными. Ординаты  $Y_i$  определяются по линиям влияния из подобия треугольников и снимаются с линии влияния с соответствующими знаками, площади участков линии влияния так же принимаются с соответствующими им на линии влияния знаками

31. Правила знаков, принятые при определении усилий по линиям влияния

Если момент  $M_i$ , приложенный к балке имеет направление «против хода часовой стрелки», его принято считать положительным. Тангенс угла наклона участка линии влияния, расположенного под точкой приложения момента принято считать положительным, если угол  $\varphi_i$  отсчитывается от горизонтали против хода часовой стрелки

Если момент  $M_i$ , приложенный к балке имеет направление «по ходу часовой стрелки», его принято считать положительным, Тангенс угла наклона участка линии влияния, расположенного под точкой приложения момента принято считать положительным, если угол  $\varphi_i$  отсчитывается от горизонтали против хода часовой стрелки

Если момент  $M_i$ , приложенный к балке имеет направление «по ходу часовой стрелки», его принято считать положительным. Тангенс угла наклона участка линии влияния, расположенного под точкой приложения момента принято считать положительным, если угол  $\varphi_i$  отсчитывается от горизонтали по ходу часовой стрелки

Если момент  $M_i$ , приложенный к балке имеет направление «против хода часовой стрелки», его принято считать положительным

Тангенс угла наклона участка линии влияния, расположенного под точкой приложения момента принято считать положительным, если угол  $\varphi_i$  отсчитывается от горизонтали по ходу часовой стрелки

32. Чтобы получить передаточную линию необходимо

Отложить на правой опорной вертикали расстояние от опоры до расчетного сечения. Левый узел рассекаемой панели спроецировать на правую ветвь линии влияния, а правый узел

рассекаемой панели – на левую ветвь и соединить полученные точки прямой соединить полученную ординату с нулем, расположенным на левой опорной вертикали  
Правый узел рассекаемой панели спроецировать на правую ветвь линии влияния, а левый узел рассекаемой панели – на левую ветвь и соединить полученные точки прямой  
Отложить на правой опорной вертикали отрезок, равный «-1» и соединить полученную ординату с нулем, расположенным на левой опорной вертикали

### 33. Передаточная прямая возникает

при непосредственной передаче единичной нагрузки на балку  
при непосредственной передаче произвольной нагрузки на балку  
при узловой передаче единичной нагрузки на балку  
при узловой передаче произвольной нагрузки на балку

34. При невыгодном (опасном) положении нагрузки на сооружении в расчетном сечении возникают

экстремальные опорные реакции  
экстремальные внутренние усилия  
экстремальные внешние усилия  
экстремальные перемещения

### 35. Расчетные усилия определяются как

сумма внутренних усилий от действия постоянной нагрузки с максимальным (минимальным) усилием от действия временной нагрузки  
сумма внутренних усилий от множества возможных загрузок системы постоянными нагрузками  
сумма внутренних усилий от множества возможных загрузок системы временными нагрузками  
сумма максимального и минимального внутренних усилий от действия временной нагрузки

36. При построении линий влияния в многопролетных балках при узловой передаче нагрузки необходимо:

опоры верхнего строения спроецировать на линию влияния при непосредственной передаче нагрузки на балку, а промежуточные опорные узлы на нулевую линию и соединить полученные ординаты прямыми линиями  
опоры верхнего строения и промежуточные опорные узлы спроецировать на линию влияния при непосредственной передаче нагрузки на балку, и соединить полученные ординаты  
левый узел рассекаемой панели спроецировать на правую ветвь линии влияния, а правый узел рассекаемой панели – на левую ветвь и соединить полученные точки прямой  
опоры верхнего строения спроецировать на нулевую линию, а промежуточные опорные узлы - на линию влияния при непосредственной передаче нагрузки на балку и соединить полученные ординаты отрезками прямой линии

### 37. Линии влияния в многопролетных шарнирных балках распространяются

вниз по этажной схеме от элемента, которому принадлежит рассматриваемое сечение (опора)  
влево по этажной схеме от элемента, которому принадлежит рассматриваемое сечение (опора)  
вправо по этажной схеме от элемента, которому принадлежит рассматриваемое сечение (опора)  
вверх по этажной схеме от элемента, которому принадлежит рассматриваемое сечение (опора)

### 38. Скачки на эпюрах продольных и поперечных сил в арке имеют место

в точках приложения внешних сосредоточенных сил  
в точках приложения внешних сосредоточенных сил, а так же в точках приложения внешних сосредоточенных моментов  
в точках крепления затяжек и подвесок  
в точках приложения внешних сосредоточенных сил, а также в точках крепления затяжек и подвесок

### 39. В чем состоит смысл понятия "диск"

элемент, шарнирно прикрепленный к основанию  
элемент системы, геометрическая неизменяемость которого не требует дополнительных

доказательств

шарнирно-стержневой треугольник

жесткое соединение элементов

40. Какое соединение дисков называется простым?

соединение двух дисков с помощью одного шарнира

соединение трех и более дисков с помощью одного шарнира

соединение двух дисков

соединение двух ферменных элементов с помощью одного шарнира

41. Что представляет собой диада?

два диска, соединенных шарниром

два диска, соединенных шарниром и шарнирно прикрепленных к основанию

два ферменных элемента, соединенных шарниром

шарнирно-стержневой элемент системы

42. Строительная механика это наука о

методах расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость экономичных элементов конструкций и простейших конструкций

методах оптимизации прочностных расчётов строительных конструкций

методах расчёта на прочность и жёсткость стержневых систем, оболочек и массивов

43. Какие материальные объекты являются предметом изучения в курсе «Строительная механика стержневых систем»?

сложные стержневые системы

пластины и оболочки

массивные тела

простейшие рамы, балки и арки

44. Расчетной схемой сооружения

схема, отображающая конструктивные особенности зданий и сооружений

схема, показывающая характер взаимодействия между отдельными элементами строительной конструкции

упрощенное изображение реального сооружения, отражающее наиболее важные его свойства

схема, показывающая возможные перемещения точек, принадлежащих сооружению

45. Что понимают под степенью свободы стержневой системы?

количество простых шарниров

число связей стержневой системы, присоединяющих ее к бесконечному диску «земля»

количество стержней стержневой системы

число независимых геометрических параметров, полностью описывающих положение системы на плоскости (или в пространстве)

46. Степень свободы системы равна нулю  $W = 0$ , это говорит о том, что

система статически определима и геометрически неизменяема

система обладает достаточным количеством связей, чтобы быть статически определимой и геометрически неизменяемой

система статически определима, для проверки геометрической неизменяемости необходимо проанализировать образование системы и соответствие ее принципам образования геометрически неизменяемых систем

система имеет одну лишнюю связь, т. е. один раз статически неопределима, и может быть геометрически неизменяема

47. Степень свободы системы равна  $W = -1$ , это говорит о том, что

система статически определима и геометрически неизменяема

система обладает достаточным количеством связей, чтобы быть статически определимой и геометрически неизменяемой

система статически определима, для проверки геометрической неизменяемости необходимо проанализировать образование системы и соответствие ее принципам образования геометрически неизменяемых систем

система имеет одну лишнюю связь, т. е. один раз статически неопределима, и может быть

геометрически неизменяема

48. Укажите, сколькими степенями свободы обладает шарнирно-неподвижная опора

Укажите, сколькими степенями свободы обладает шарнирно-неподвижная опора

$W = -2$

$W = -2$

$W = 3$

$W = -3$

49. Укажите, сколькими степенями свободы обладает шарнирно-подвижная опора

$W = -2$

$W = -1$

$W = 1$

$W = -3$

50. Какие стержневые системы называются геометрически неизменяемыми?

статически определимые и геометрически неизменяемые системы не чувствительные к осадке опор

системы, перемещения в которых происходят под действием приложенной нагрузки

системы, перемещения в которых происходят как под действием приложенной нагрузки, так и при отсутствии приложенной нагрузки

системы имеющие лишние связи, т. е. степень свободы которых  $W < 0$

### **Раздел 3. Статически неопределимые систем**

*Форма контроля/оценочное средство: Компетентностно-ориентированное задание*

*Вопросы/Задания:*

1. Что называется неразрезной балкой?

многопролетная статически неопределимая балка, которая имеет более трех опорных связей  
статически неопределимая балка, которая имеет более трех опорных связей и не содержит промежуточных шарниров и разрывов

многопролетная статически неопределимая балка, которая имеет три и более опорных связей  
многопролетная статически неопределимая балка, которая имеет жесткую заделку и шарнирно-подвижные опорные связи

2. Что представляет собой рациональная основная система метода сил для расчета неразрезной балки?

геометрически неизменяемая, статически определимая система, полученная из заданной путем введения на опорных вертикалях шарниров и приложения опорных моментов, препятствующих взаимному повороту сечений, расположенных бесконечно близко слева и справа от каждой опоры

многопролетная шарнирная балка, полученная из заданной путем введения промежуточных шарниров на опорных вертикалях, при этом действие отброшенных связей заменяют неизвестными моментами

статически определимая, геометрически неизменяемая многопролетная шарнирная балка, полученная из заданной путем введения промежуточных шарниров на опорных вертикалях, действие отброшенных связей заменяют действием неизвестных моментов, препятствующих взаимному угловому перемещению по направлению отброшенных связей

многопролетная шарнирная балка, полученная из заданной путем введения промежуточных шарниров на опорных вертикалях, при этом действие отброшенных связей заменяют неизвестными моментами

3. Как проверяется правильность определения опорных реакций?

путем подстановки найденных значений в уравнение трех моментов

путем определения суммы проекций всех сил на ось, перпендикулярную оси стержня

сумма всех сил должна быть равна нулю

сумма проекций всех сил на ось, перпендикулярную оси балки, должна равняться нулю

4. Как преобразуется в основной системе метода сил жесткие заделки при расчете неразрезной балки методом сил?

заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными опорами

заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными пролетами, бесконечно малой длины и жесткости  
заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными пролетами, бесконечно малой длины и бесконечно большой жесткости  
заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными пролетами, бесконечно большой длины и бесконечно большой жесткости

5. Как учитывается в основной системе метода сил действие нагрузки, приложенной на консольной части балки?

консольные части балки условно отбрасывают  
консольные части балки условно отбрасывают, действие нагрузки заменяют поперечными силами и опорными моментами  
консольные части балки условно отбрасывают, действие нагрузки заменяют опорными моментами и поперечными силами, которые не оказывают влияния на изгибающие моменты  
консольные части балки условно отбрасывают, действие нагрузки заменяют опорными моментами, величину и направление которых определяют в зависимости от приложенной на консоли нагрузки

6. Как проверяется правильность определения опорных изгибающих моментов?

путем подстановки в уравнение трех моментов  
путем определения суммы проекций всех сил, включая и опорные реакции, на ось, перпендикулярную оси балки  
путем выполнения деформационной (кинематической) проверки  
путем выполнения проверки выполнения условий статического равновесия балки

7. В чем состоит смысл деформационной проверки эпюры моментов?

угол поворота сечения балки, расположенного на опорной вертикали, равен нулю  
угол взаимного поворота сечений балки, расположенных бесконечно близко слева и справа от введенного на опоре шарнира, должен быть равен нулю  
угол поворота сечений балки, расположенных бесконечно близко слева и справа от введенного на опоре шарнира, должен быть равен нулю  
суммарный угол поворота сечений балки, расположенных бесконечно близко слева и справа от введенного на опоре шарнира, должен быть равен нулю

8. Что называется моментным фокусным отношением?

отношение большего опорного момента к меньшему опорному моменту в пределах ненагруженного пролета неразрезной балки  
отношение большего опорного момента к меньшему опорному моменту в пределах ненагруженного пролета неразрезной балки, при нагрузке, приложенной в пределах одного пролета или одной консоли  
взятое по абсолютной величине отношение большего опорного момента к меньшему опорному моменту в пределах ненагруженного пролета неразрезной балки, при нагрузке, приложенной в пределах одного пролета или одной консоли  
взятое по абсолютной величине отношение большего опорного момента к меньшему опорному моменту в пределах ненагруженного пролета неразрезной балки, при нагрузке, приложенной в пределах этого пролета или консоли

9. Что представляет собой фиктивная нагрузка?

эпюру моментов от заданной нагрузки в основной системе метода сил  
эпюру моментов от временной нагрузки в основной системе метода сил  
эпюру моментов от заданной постоянной нагрузки  
эпюру моментов от заданной постоянной и временной нагрузки в основной системе метода сил

10. Что называется моментной фокусной точкой?

нулевая точка эпюры моментов в пределах ненагруженного пролета при действии нагрузки, приложенной в одном из пролетов  
нулевая точка эпюры моментов в пределах ненагруженного пролета при действии нагрузки, приложенной на консоли

нулевая точка эпюры моментов в пределах ненагруженного пролета при действии нагрузки, приложенной в одном из пролетов, расположенном слева от рассматриваемого  
нулевая точка эпюры моментов в пределах ненагруженного пролета при действии нагрузки, приложенной по одну сторону от рассматриваемого пролета

11. Ветвь максимума на огибающей эпюре моментов представляет собой  
эпюру моментов от постоянной и временной нагрузок  
эпюру расчетных значений изгибающих моментов от совместного действия постоянной и временной нагрузок  
эпюру моментов, полученную суммированием ординат эпюры моментов от постоянной нагрузки и положительных ординат эпюры моментов от временной нагрузки  
эпюру моментов, полученную суммированием ординат эпюры моментов от постоянной нагрузки и положительных ординат эпюр моментов от временной нагрузки, при последовательном загрузении временной нагрузкой всех пролетов и консолей в отдельности

12. Степень статитической неопределимости неразрезной балки  
 $C+C_0-2Y$   
 $C_0-3$   
 $3Д-2Ш-C_0$   
 $2Y-C$

13. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для балок?  
 $L = 2Ш + C_0 - 3Д$   
 $L = C_{оп} + C - 2Y$   
 $L = C_{оп} - 3$

14. Что называется основной системой метода сил?  
геометрически неизменяемая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил  
статически определимая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил  
статически определимая, геометрически неизменяемая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил

15. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для ферм?  
 $L = 2Ш + C_0 - 3Д$   
 $L = C_{оп} + C - 2Y$   
 $L = C_{оп} - 3$

16. Какие недостатки имеют статически неопределимые системы?  
усилия в них больше, чем в статически определимых системах  
в них возникают усилия от осадки опор и температурных воздействий  
прогибы в них больше, чем в статически определимых системах

17. Какие неизвестные усилия в симметричных системах при симметричной нагрузке обращаются в ноль?  
симметричные неизвестные усилия  
кососимметричные (обратносимметричные) неизвестные усилия  
часть симметричных и часть кососимметричных неизвестных усилий

18. Недостатки статически неопределимых рам:  
трудоемкость расчета и изготовления  
большая жесткость рамы  
возникают усилия от смещения опор и температурных воздействий

#### **Раздел 4. Промежуточная аттестация**

*Форма контроля/оценочное средство: Компетентностно-ориентированное задание*

*Вопросы/Задания:*

1. Что называется неразрезной балкой?  
многопролетная статически неопределимая балка, которая имеет более трех опорных связей

статически неопределимая балка, которая имеет более трех опорных связей и не содержит промежуточных шарниров и разрывов

многопролетная статически неопределимая балка, которая имеет три и более опорных связей

многопролетная статически неопределимая балка, которая имеет жесткую заделку и шарнирно-подвижные опорные связи

2. Что представляет собой рациональная основная система метода сил для расчета неразрезной балки?

геометрически неизменяемая, статически определимая система, полученная из заданной путем введения на опорных вертикалях шарниров и приложения опорных моментов, препятствующих взаимному повороту сечений, расположенных бесконечно близко слева и справа от каждой опоры

многопролетная шарнирная балка, полученная из заданной путем введения промежуточных шарниров на опорных вертикалях, при этом действие отброшенных связей заменяют неизвестными моментами

статически определимая, геометрически неизменяемая многопролетная шарнирная балка, полученная из заданной путем введения промежуточных шарниров на опорных вертикалях, действие отброшенных связей заменяют действием неизвестных моментов, препятствующих взаимному угловому перемещению по направлению отброшенных связей

многопролетная шарнирная балка, полученная из заданной путем введения промежуточных шарниров на опорных вертикалях, при этом действие отброшенных связей заменяют неизвестными моментами

3. Как проверяется правильность определения опорных реакций?

путем подстановки найденных значений в уравнение трех моментов

путем определения суммы проекций всех сил на ось, перпендикулярную оси стержня

сумма всех сил должна быть равна нулю

сумма проекций всех сил на ось, перпендикулярную оси балки, должна равняться нулю

4. Как преобразуется в основной системе метода сил жесткие заделки при расчете неразрезной балки методом сил?

заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными опорами

заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными пролетами, бесконечно малой длины и жесткости

заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными пролетами, бесконечно малой длины и бесконечно большой жесткости

заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными пролетами, бесконечно большой длины и бесконечно большой жесткости

5. Как учитывается в основной системе метода сил действие нагрузки, приложенной на консольной части балки?

консольные части балки условно отбрасывают

консольные части балки условно отбрасывают, действие нагрузки заменяют поперечными силами и опорными моментами

консольные части балки условно отбрасывают, действие нагрузки заменяют опорными моментами и поперечными силами, которые не оказывают влияния на изгибающие моменты

консольные части балки условно отбрасывают, действие нагрузки заменяют опорными моментами, величину и направление которых определяют в зависимости от приложенной на консоли нагрузки

6. Как проверяется правильность определения опорных изгибающих моментов?

путем подстановки в уравнение трех моментов

путем определения суммы проекций всех сил, включая и опорные реакции, на ось, перпендикулярную оси балки

путем выполнения деформационной (кинематической) проверки

путем выполнения проверки выполнения условий статического равновесия балки

7. В чем состоит смысл деформационной проверки эпюры моментов?

угол поворота сечения балки, расположенного на опорной вертикали, равен нулю

угол взаимного поворота сечений балки, расположенных бесконечно близко слева и справа от введенного на опоре шарнира, должен быть равен нулю  
угол поворота сечений балки, расположенных бесконечно близко слева и справа от введенного на опоре шарнира, должен быть равен нулю  
суммарный угол поворота сечений балки, расположенных бесконечно близко слева и справа от введенного на опоре шарнира, должен быть равен нулю

8. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для балок?

$$L = 2Ш + С_0 - 3Д$$

$$L = C_{оп} + C - 2У$$

$$L = C_{оп} - 3$$

9. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для рам?

$$L = 2Ш + С_0 - 3Д$$

$$L = C_{оп} - 3$$

$$L = 3К - Ш$$

10. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для ферм?

$$L = 2Ш + С_0 - 3Д$$

$$L = C_{оп} + C - 2У$$

$$L = C_{оп} - 3$$

### **Раздел 5. Расчет сложных статически неопределимых систем**

*Форма контроля/оценочное средство: Компетентностно-ориентированное задание*

*Вопросы/Задания:*

1. Недостатки статически неопределимых рам:

трудоемкость расчета и изготовления

большая жесткость рамы

возникают усилия от смещения опор и температурных воздействий

2. Определить количество неизвестных в раме по методу перемещений

4

2

3

3. Какой смысл имеет коэффициент  $r_{22}$  в методе перемещений

Перемещение введенного стержня №2 от усилия  $Z_2=1$

Усилие во введенном стержне №2 от силы  $Z_2=1$

Усилие во введенном стержне №2 от перемещения его на  $Z_2=1$

4. Какую раму называют статически неопределимой?

раму, в которой есть лишние опорные связи

раму, в которой нельзя определить все усилия из уравнений статики

раму с жесткими опорными узлами

5. Какие усилия возникают в статически неопределимой раме от изменения температуры?

Возникают только реактивные моменты во введенных заделках

Возникают усилия  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  в любом сечении

Возникают только изгибающие моменты в любом сечении

6. Как определяется  $R_2P$  – реактивное усилие от внешней нагрузки

как сумма усилий всех внешних сил на ось введенного стержня

как сумма проекций всех внешних сил и всех опорных реакций на ось введенного стержня

как сумма проекций всех опорных реакций на ось введенного стержня

7. Для чего составляются канонические уравнения при расчете рамы методом перемещений

для определения неизвестных усилий в сечениях рамы

для определения угловых и линейных смещений узлов рамы

для определения опорных реакции в раме

8. Что представляет собой грузовое состояние при расчете статически неопределимой рамы методом перемещений?

загружение заданной статически неопределимой рамы заданной нагрузкой

загружение основной системы рамы заданной нагрузкой

загружение основной системы заданной нагрузкой и угловыми смещениями

9. Какой смысл имеет коэффициент  $r_{22}$  в методе перемещений

Реактивное усилие, возникающее во введенном стержне 2 от поворота его на угол  $Z_2=1$

Реактивный момент, возникающий во введенном стержне №2 от поворота его на угол  $Z_2=1$

Реактивное усилие, возникающее во введенном стержне №2 от перемещения его на  $Z_2=1$

10. Какая система называется основной системой метода перемещений при расчете рамы:

кинематически определяемая система, полученная из заданной путем введения дополнительных связей, в которой ведутся все расчеты

кинематически определяемая система, полученная из заданной путем введения дополнительных связей, препятствующих всем возможным перемещениям узлов рамы

статически определяемая система, полученная из заданной путем введения дополнительных скользящих (плавающих) заделок и опорных стержней, препятствующих всем возможным перемещениям узлов рамы

11. Как выполняется проверка правильности окончательной эпюры изгибающих моментов в раме в методе перемещений?

как выполняется проверка правильности окончательной эпюры изгибающих моментов в раме в методе перемещений

сумма моментов в узлах рамы равна нулю

произведение эпюры моментов от приложенной нагрузки на эпюру моментов в единичном состоянии равняется нулю

12. Что представляют собой неизвестные при расчете статически неопределимой рамы методом перемещений?

линейные и угловые перемещения узлов рамы

линейные перемещения точек приложения сил

линейные перемещения точек приложения сил и угловые перемещения узлов рамы

13. Смысл канонических уравнений в методе перемещений

отрицают усилия во введенных связях

отрицают перемещения по направлению угловых и линейных связей

отрицают реактивные усилия и перемещения во введенных связях

14. Какие усилия возникают в раме от осадки опор?

Реактивные моменты в узлах рамы

Возникают только изгибающие моменты в любом сечении рамы

Возникают  $M$ ,  $Q$  и  $N$  в любом сечении рамы

15. Какими достоинствами обладают статически неопределимые рамы ?

надежность в эксплуатации и простота расчета

экономичность и большая жесткость их

усилия распределяются в них равномерно

16. Какие неизвестные будут возникать в симметричной раме при действии симметричной нагрузки?

только угловые перемещения

только линейные смещения

угловые и линейные смещения

## **Раздел 6. Промежуточная аттестация**

*Форма контроля/оценочное средство: Компетентностно-ориентированное задание*

*Вопросы/Задания:*

1. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для рам?

$L = 2Ш + Co - 3Д$

$$L = C_{оп} - 3$$

$$L = 3K - III$$

## 2. Что называется основной системой метода сил?

геометрически неизменяемая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил  
статически определимая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил  
статически определимая, геометрически неизменяемая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил

## 3. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для ферм?

$$L = 2Ш + C_{о} - 3Д$$

$$L = C_{оп} + C - 2У$$

$$L = C_{оп} - 3$$

## 4. Какие недостатки имеют статически неопределимые системы?

усилия в них больше, чем в статически определимых системах  
в них возникают усилия от осадки опор и температурных воздействий  
прогибы в них больше, чем в статически определимых системах

## 5. Какие неизвестные усилия в симметричных системах при симметричной нагрузке обращаются в ноль?

симметричные неизвестные усилия

кососимметричные (обратносимметричные) неизвестные усилия

часть симметричных и часть кососимметричных неизвестных усилий

## 6. Для построения линии влияния опорной реакции в простой двухопорной балке достаточно

Отложить на соответствующей опорной вертикали «+1» и продолжить прямую линию до конца консоли

Отложить на соответствующей опорной вертикали «+1», соединить отложенную ординату с нулем, расположенным на другой опорной вертикали, продолжить прямую линию до конца консоли слева и справа

Отложить на соответствующей опорной вертикали «+1», соединить отложенную ординату с нулем, расположенным на другой опорной вертикали, продолжить прямую линию в пределах консолей (если балка имеет консоли)

# 7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

*Шестой семестр, Зачет*

*Контролируемые ИДК: ОПК-1.4 ОПК-6.15 ОПК-6.17 ОПК-6.18 ОПК-6.19*

Вопросы/Задания:

## 1. Какая система называется трехшарнирной аркой (рамой)

трехшарнирной аркой (рамой) называется распорная система, состоящая из двух полуарок (полурам), соединенных между собой и с поверхностью земли шарнирами

трехшарнирной аркой (рамой) называется статически определимая и геометрически неизменяемая распорная система, состоящая из двух полуарок (полурам), соединенных между собой и с шарниром и шарнирно прикрепленная к основанию

трехшарнирной аркой (рамой) называется статически определимая распорная система, состоящая из двух полуарок (полурам), соединенных между собой шарнирами

трехшарнирной аркой (рамой) называется статически определимая распорная система, состоящая из двух полуарок (полурам), соединенных между собой и с поверхностью земли шарнирами

## 2. Трехшарнирные системы называются распорными, так как

под действием горизонтальной нагрузки в них возникают горизонтальные составляющие опорных реакций - распор, которые принято обозначать символом «Н»

под действием нагрузки любого типа (вертикальной или горизонтальной) в них возникают вертикальные составляющие опорных реакций - распор, которые принято обозначать символом «Н»

под действием сосредоточенной нагрузки (вертикальной или горизонтальной) в них возникают горизонтальные составляющие опорных реакций - распор, которые принято обозначать символом «Н»

под действием нагрузки любого типа в них возникают горизонтальные составляющие опорных реакций - распор, которые принято обозначать символом «Н»

### 3. Для определения горизонтальных составляющих опорных реакций

составляют уравнения равенства нулю суммы моментов всех сил, приложенных к арке, относительно ключевого шарнира; из последних уравнений величину распора Н выразим в виде равенства: где - «балочный» изгибающий момент относительно ключевого шарнира С,  $f$  - стрела подъема арки

составляют уравнения равенства нулю суммы моментов всех сил, приложенных к левой полуарке (или правой полуарке), относительно ключевого шарнира; из последних уравнений величину распора Н выразим в виде равенства , где - «арочный» изгибающий момент относительно ключевого шарнира С,  $U_c$  – высота арки «в ключе»

составляют уравнения равенства нулю суммы моментов всех сил, приложенных к левой полуарке (или правой полуарке), относительно ключевого шарнира; из последних уравнений величину распора Н выразим в виде равенства , где - «балочный» изгибающий момент относительно ключевого шарнира С,  $U_c$  – высота арки «в ключе»

составляют уравнения равенства нулю суммы моментов всех сил, приложенных к левой полуарке , относительно ключевого шарнира; из последних уравнений величину распора Н выразим в виде равенства: , где - «балочный» изгибающий момент относительно ключевого шарнира С,  $f$  - стрела подъема арки

4. При действии на трехшарнирную арку горизонтальных внешних нагрузок ее горизонтальные опорные реакции

не равны друг другу

отсутствуют

равны между собой

равны распору системы

### 5. Распором трехшарнирной системы называется

вертикальная составляющая опорных реакций при действии на систему только вертикальных нагрузок

вертикальная составляющая опорных реакций при действии на систему горизонтальных нагрузок

горизонтальная составляющая опорных реакций при действии на систему только вертикальных нагрузок

горизонтальная составляющая опорных реакций при действии на систему произвольной системы внешних нагрузок

### 6. Соответствующая арке балка - это

статически определимая однопролетная балка, которая перекрывает пролет той же длины и несет такую же нагрузку, как и арка

жестко заделанная балка, которая перекрывает пролет той же длины и несет такую же нагрузку, как и арка

статически неопределимая балка, которая перекрывает пролет той же длины и несет такую же нагрузку, как и арка

балка, которая перекрывает пролет той же длины и несет такую же нагрузку, как и арка

### 7. Поперечная сила в сечении арки - QK

определяется как алгебраическая сумма проекций всех сил, приложенных по одну сторону от сечения на ось, перпендикулярную касательной, проведенной к оси арки в сечении К (на плоскость сечения): , где - балочная поперечная сила в сечении К, - угол наклона касательной,

проведенной к оси арки в сечении К

определяется как алгебраическая сумма проекций всех сил, приложенных по одну сторону от сечения на ось, перпендикулярную оси арки в сечении К (на нормаль к сечению): ,где - балочная поперечная сила в сечении К, - угол наклона касательной, проведенной к оси арки в сечении К

определяется как алгебраическая сумма проекций всех сил, приложенных по одну сторону от сечения на ось, перпендикулярную касательной, проведенной к оси арки в сечении К (на плоскость сечения): ,где - балочная поперечная сила в сечении К, - угол наклона затяжки, прикрепленной к оси арки в сечении К

определяется как алгебраическая сумма проекций всех приложенных сил на ось, перпендикулярную касательной, проведенной к оси арки в сечении К (на плоскость сечения): ,где - балочная поперечная сила в сечении К, - угол наклона касательной, проведенной к оси арки в сечении К

8. Изгибающий момент в произвольном сечении К арки определяется как -  $M_K$

определяется как  $M_K = M + H \cdot y_K$ , где: М- балочный изгибающий момент, Н - распор,  $y_K$  - ордината ключевого сечения

определяется как алгебраическая сумма моментов всех сил, приложенных по одну сторону от сечения, относительно центра сечения: ,где: - балочный изгибающий момент, Н - распор,  $y_K$  – абсцисса сечения к

определяется как алгебраическая сумма моментов всех сил, приложенных по одну сторону от сечения, относительно центра сечения: ,где: - балочный изгибающий момент в сечении К Н - распор,  $y_K$  - ордината сечения к

определяется как алгебраическая сумма моментов всех сил, приложенных по одну сторону от сечения, относительно центра сечения:  $M_K = M_K^0 - H \cdot y_K$  где: - балочный изгибающий момент в сечении К Н - распор, -  $y_K$  - отрезок вертикали, заключенный между сечением К и затяжкой

9. Как определяется плечо распора относительно ключевого сечения?

равно расстоянию по вертикали от ключевого шарнира до линии, соединяющей опорные шарниры

равно расстоянию по горизонтали от ключевого шарнира до опоры

равно кратчайшему расстоянию от ключевого шарнира до линии, соединяющей опорные шарниры

равно расстоянию по горизонтали от ключевого шарнира до линии, соединяющей опорные шарниры

10. Продольная (нормальная) сила в сечении К –  $N_K$  определяется как:

$N_K = -Q_K \sin \varphi + H (\cos \varphi + \sin \alpha)$  где:  $Q_K$  - балочная поперечная сила в сечении к ,  $\varphi$  - угол накл касат. к оси арки в сеч к, Н - распор,  $\alpha$  - угол накл затяжки к гориз

$N_K = - (Q_K \sin \varphi + H \cos \varphi)$  где:  $Q_K$  - балочная поперечная сила в сечении к ,  $\varphi$  - угол накл касат. к оси арки в сеч к, Н - распор

алгебр сумма проекций всех сил, прилож по одну сторону от сечения на плоскость сечения

11. К достоинствам трехшарнирных систем следует отнести следующее

по величине и знаку усилий трехшарнирные конструкции выгодно отличаются от всех прочих пролетных конструкций: позволяют использовать малопрочные местные природные и искусственные каменные материалы: известняк, ракушечник, кирпич, низкомарочный бетон и т.д.

значительная величина распора (особенно в пологих арках) требует устройства особо прочных опорных узлов или установки затяжки

при монолитном исполнении – необходимость устройства несущего каркаса опалубки

шарниры уменьшают жесткость конструкции

12. Что представляет собой линия влияния горизонтальной составляющей опорной реакции (распора)

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочного изгибающего момента в сечении К и линии влияния распора Н, все ординаты которой умножены на значение ординаты сечения К и взяты с противоположным знаком

линию влияния балочного изгибающего момента в сечении С, все ординаты которой поделены на  $f$ , где  $f$  – стрела подъема арки

результат суммирования ординат двух линий влияния: линии влияния балочной поперечной силы, все ординаты которой умножены на значение косинуса угла наклона касательной в сечении К, и линии влияния распора Н, все ординаты которой взяты с противоположным знаком и умножены на значение синуса угла наклона касательной в сечении К

13. Что представляет собой линия влияния арочной поперечной силы в сечении К

линию влияния балочного изгибающего момента в сечении С, все ординаты которой умножены на  $(\sin \varphi)$  (где  $f$  – стрела подъема арки или высота арки в ключе)

разность линии влияния балочной поперечной силы, умноженной на  $\cos \varphi$  и линии влияния распора Н, умноженной на  $\sin \varphi$  (угла наклона касательной в сечении К)

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочного изгибающего момента в сечении К и линии влияния распора Н, все ординаты которой умножены на значение ординаты сечения К и взяты с противоположным знаком

14. Что представляет собой линия влияния арочной продольной силы в сечении К

линию влияния балочного изгибающего момента в сечении С, все ординаты которой умножены на  $(\sin \varphi)$  (где  $f$  – стрела подъема арки или высота арки в ключе)

результат суммирования ординат двух линий влияния: линии влияния балочной поперечной силы, все ординаты которой умножены на значение косинуса угла наклона касательной в сечении К, и линии влияния распора Н, все ординаты которой взяты с противоположным знаком и умножены на значение синуса угла наклона касательной в сечении К

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочного изгибающего момента в сечении К и линии влияния распора Н, все ординаты которой умножены на значение ординаты сечения К и взяты с противоположным знаком

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочной поперечной силы, все ординаты которой умножены на значение синуса угла наклона касательной в сечении К и распора Н, все ординаты которой умножены на значение косинуса угла наклона касательной в сечении К, все ординаты необходимо взять с противоположным знаком

15. Что представляет собой линия влияния арочного изгибающего момента в сечении К

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочной поперечной силы, все ординаты которой умножены на значение синуса угла наклона касательной в сечении К и распора Н, все ординаты которой умножены на значение косинуса угла наклона касательной в сечении К, все ординаты необходимо взять с противоположным знаком

линия влияния является результирующей суммы двух линий влияния: балочного изгибающего момента в сечении К и линии влияния распора Н, все ординаты которой умножены на значение ординаты сечения К и взяты с противоположным знаком

линию влияния балочного изгибающего момента в сечении С, все ординаты которой умножены на  $(\sin \varphi)$  (где  $f$  – стрела подъема арки или высота арки в ключе)

результат суммирования ординат двух линий влияния: линии влияния балочной поперечной силы, все ординаты которой умножены на значение косинуса угла наклона касательной в сечении К, и линии влияния распора Н, все ординаты которой взяты с противоположным знаком и умножены на значение синуса угла наклона касательной в сечении К

16. Скачки на эпюрах продольных и поперечных сил в арке имеют место

в точках приложения внешних сосредоточенных сил

в точках приложения внешних сосредоточенных сил, а так же в точках приложения внешних сосредоточенных моментов

в точках крепления затяжек и подвесок

в точках приложения внешних сосредоточенных сил, а также в точках крепления затяжек и подвесок

17. В чем состоит смысл понятия "диск"

элемент, шарнирно прикрепленный к основанию

элемент системы, геометрическая неизменяемость которого не требует дополнительных доказательств

шарнирно-стержневой треугольник

жесткое соединение элементов

18. Какое соединение дисков называется простым?

соединение двух дисков с помощью одного шарнира

соединение трех и более дисков с помощью одного шарнира

соединение двух дисков

соединение двух ферменных элементов с помощью одного шарнира

19. Что представляет собой диада?

два диска, соединенных шарниром

два диска, соединенных шарниром и шарнирно прикрепленных к основанию

два ферменных элемента, соединенных шарниром

шарнирно-стержневой элемент системы

20. Строительная механика это наука о

методах расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость экономичных элементов конструкций и простейших конструкций

методах оптимизации прочностных расчётов строительных конструкций

методах расчёта на прочность и жёсткость стержневых систем, оболочек и массивов

21. Какие материальные объекты являются предметом изучения в курсе «Строительная механика стержневых систем»?

сложные стержневые системы

пластины и оболочки

массивные тела

простейшие рамы, балки и арки

22. Расчетной схемой сооружения

схема, отображающая конструктивные особенности зданий и сооружений

схема, показывающая характер взаимодействия между отдельными элементами строительной конструкции

упрощенное изображение реального сооружения, отражающее наиболее важные его свойства

схема, показывающая возможные перемещения точек, принадлежащих сооружению

23. Степень свободы системы равна нулю  $W = 0$ , это говорит о том, что

система статически определима и геометрически неизменяема

система обладает достаточным количеством связей, чтобы быть статически определимой и геометрически неизменяемой

система статически определима, для проверки геометрической неизменяемости необходимо проанализировать образование системы и соответствие ее принципам образования геометрически неизменяемых систем

система имеет одну лишнюю связь, т. е. один раз статически неопределима, и может быть геометрически неизменяема

24. Степень свободы системы равна  $W = -1$ , это говорит о том, что

система статически определима и геометрически неизменяема

система обладает достаточным количеством связей, чтобы быть статически определимой и геометрически неизменяемой

система статически определима, для проверки геометрической неизменяемости необходимо проанализировать образование системы и соответствие ее принципам образования геометрически неизменяемых систем

система имеет одну лишнюю связь, т. е. один раз статически неопределима, и может быть геометрически неизменяема

25. Укажите, сколькими степенями свободы обладает шарнирно-неподвижная опора

$W = -2$

$W = -2$

$W = 3$

$W = -3$

26. Укажите, сколькими степенями свободы обладает шарнирно-подвижная опора

$W = -2$

$$W = -1$$

$$W = 1$$

$$W = -3$$

27. Какие стержневые системы называются геометрически неизменяемыми?

статически определимые и геометрически неизменяемые системы не чувствительные к осадке опор

системы, перемещения в которых происходят под действием приложенной нагрузки

системы, перемещения в которых происходят как под действием приложенной нагрузки, так и при отсутствии приложенной нагрузки

системы имеющие лишние связи, т. е. степень свободы которых  $W < 0$

28. В чем состоит смысл понятия «Степень свободы системы»

количество независимых геометрических параметров, полностью описывающих положение системы на плоскости или в пространстве

количественный показатель изменяемости системы

количество возможных перемещений системы

количество возможных перемещений всех сосредоточенных масс системы

29. Какой вид имеют условия геометрической неизменяемости и статической определимости?

$$W = 3 \cdot D - 2 \cdot \text{Ш} - \text{СО} > 0$$

$$W = 3 \cdot D - 2 \cdot \text{Ш} = 0$$

$$W = 3 \cdot D - 2 \cdot \text{Ш} - \text{СО} \text{ меньше } 0$$

$$W = 3 \cdot D - 2 \cdot \text{Ш} - \text{СО} = 0$$

30. Какая из систем будет геометрически изменяемой?

узел, присоединенный к диску с помощью двух стержней (диады), оси которых не лежат на одной прямой

два диска, соединенные между собой тремя стержнями, оси которых не пересекаются в одной точке и не являются параллельными

три диска, соединенные между собой тремя шарнирами, на лежащими на одной прямой

два диска, соединенные между простым шарниром и стержнем, ось которого, проходит через шарнир

*Седьмой семестр, Экзамен*

*Контролируемые ИДК: ОПК-1.4 ОПК-6.15 ОПК-6.17 ОПК-6.18 ОПК-6.19*

Вопросы/Задания:

1. Укажите верное условие геометрической неизменяемости ферм

$$W = 2 \cdot D - C - \text{СО} = 0$$

$$W = 2 \cdot Y - C - \text{СО} = 0$$

$$W = 3 \cdot D - 2 \cdot \text{Ш} - \text{СО} > 0$$

$$W = 3 \cdot D - 2 \cdot \text{Ш} - \text{СО} = 0$$

2. Какая из систем будет геометрически изменяемой?

узел, присоединенный к диску с помощью двух стержней (диады), оси которых не лежат на одной прямой

два диска, соединенные между собой тремя стержнями, оси которых не пересекаются в одной точке и не являются параллельными

три диска, соединенные между собой тремя шарнирами, на лежащими на одной прямой

два диска, соединенные между простым шарниром и стержнем, ось которого, проходит через шарнир

3. Многопролетной шарнирной балкой (МШБ) называется

балка, состоящая из двух или более простых балок, соединенных между собой шарнирами

балка, состоящая из двух или более простых балок с консолями или без консолей, соединенных между собой шарнирами

балка, состоящая из двух или более простых балок, содержащих промежуточные шарниры

балка, состоящая из двух или более простых балок, содержащих промежуточные одинарные

или парные шарниры

4. МШБ обладают рядом преимуществ по сравнению с однопролетными балками. Какое из ниже указанных преимуществ не относится к многопролетной шарнирной балке: позволяют перекрыть большие пролеты цепью статически определимых балок состоит из небольших элементов, что позволяет использовать конструкции заводского изготовления

МШБ экономичны – так как за счет перераспределения усилий происходит уменьшение изгибающих моментов по сравнению с однопролетными вариантами все элементы конструкции работают только на растяжение-сжатие

#### 5. Недостатки, присущие МШБ:

введение шарниров уменьшает жесткость МШБ по сравнению с неразрезными балками возникают конструктивные трудности при устройстве шарниров в МШБ возникают усилия от осадки опор и температурного воздействия позволяют перекрыть большие пролеты цепью статически определимых балок

6. МШБ можно получить из неразрезной статически неопределимой балки путем введения промежуточных шарниров. Количество вводимых промежуточных шарниров равно степени статической неопределимости неразрезной статически неопределимой балки минус три

может быть определено из условия статической определимости системы

количество промежуточных шарниров всегда меньше количества имеющихся в системе опорных связей на 3

количество промежуточных шарниров всегда меньше количества имеющихся в системе опорных узлов на 3

7. В составе МШБ различают 3 категории однопролетных балок: Главная балка – это... простая однопролетная балка, которая имеет две (непересекающиеся в одной точке) или три связи с землей и воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок

простая однопролетная балка, которая имеет одну связь с землей или две (пересекающиеся в одной точке), воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок

простая однопролетная балка, которая не имеет связей с землей и всю свою нагрузку передает на нижележащие балки

жестко защемленная однопролетная балка

8. В составе МШБ различают 3 категории однопролетных балок: Второстепенная балка – это...

простая однопролетная балка, которая имеет две (непересекающиеся в одной точке) или три связи с землей и воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок

простая однопролетная балка, которая имеет одну связь с землей или две (пересекающиеся в одной точке), воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок

простая однопролетная балка, которая не имеет связей с землей и всю свою нагрузку передает на нижележащие балки

жестко защемленная однопролетная балка

9. В составе МШБ различают 3 категории однопролетных балок: Подвесная балка – это...

простая однопролетная балка, которая имеет две (непересекающиеся в одной точке) или три связи с землей и воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок

простая однопролетная балка, которая имеет одну связь с землей или две (пересекающиеся в одной точке), воспринимает нагрузку, действующую на нее или передаваемую на нее с вышележащих, второстепенных или подвесных балок

простая однопролетная балка, которая не имеет связей с землей и всю свою нагрузку передает

на нижележащие балки

жестко защемленная однопролетная балка

#### 10. Порядок построения этажной схемы:

мысленно удаляют все промежуточные шарниры, при этом балка распадается на несколько простых балок с консолями и без консолей, с опорами и без опор; определяют тип каждой из балок и каждую последующую балку помещают на вышележащем этаже

построение этажной схемы начинают с самого нижнего «этажа», в котором устанавливают главные балки, а затем в порядке «монтажа» – вспомогательные, в последнюю очередь – подвесные

мысленно удаляют все промежуточные шарниры, при этом балка распадается на несколько простых балок с консолями и без консолей, с опорами и без опор; определяют тип каждой из балок. Балки одного типа помещают на одном уровне, каждую последующую балку помещают на вышележащем этаже

построение этажной схемы начинают с самого нижнего «этажа», в котором устанавливают главные балки и вспомогательные, в последнюю очередь – подвесные

#### 11. Общий порядок расчета МШБ статически определимой балки:

Расчет начинается с самого верхнего элемента и последовательно продолжается для всех нижележащих элементов

Расчет начинается с главного элемента этажной схемы и последовательно продолжается для всех элементов. Для каждого вышележащего элемента следует учитывать только приложенную к нему нагрузку. Давление вышележащего элемента прикладывается на консоли нижележащего элемента в той его точке, где на него опирается вышележащий элемент. Сила давления равна по величине опорной реакции вышележащего элемента, но имеет обратное направление

Расчет начинается с самого верхнего элемента и последовательно продолжается для всех нижележащих элементов. Для каждого нижележащего элемента следует учитывать не только приложенную к нему нагрузку, но и давления, передаваемые вышележащими элементами. Давление вышележащего элемента прикладывается на консоли нижележащего элемента в той его точке, где на него опирается вышележащий элемент. Сила давления равна по величине опорной реакции вышележащего элемента, но имеет обратное направление

Расчет производится по-элементно, при этом учитывается как приложенная непосредственно нагрузка, так и давление вышележащих элементов

#### 12. Построение эпюр в многопролетных статически определимых балках начинают

с самого верхнего элемента этажной схемы

с крайнего левого элемента этажной схемы

с самого нижнего элемента этажной схемы

с жестко защемленного элемента этажной схемы

13. Определение усилий в многопролетных шарнирных балках от действия приложенной равномерно распределенной нагрузки по линии влияния производится по формуле:

сумма произведений величины приложенной сосредоточенной силы на величину ординаты линии влияния под этой силой. Ординаты линий влияния и площади соответствующих участков определяем из подобия треугольников

сумма произведений интенсивности приложенной нагрузки на площадь участка линии влияния, расположенного под этой нагрузкой

сумма произведений величины приложенного момента на величину тангенса угла наклона участка линии влияния, расположенного под точкой приложения момента -  $tg$

#### 14. Ордината линии влияния $S_n$ представляет собой

Величину усилия  $S$  в сечении  $p$  при положении силы  $P=1$  на сооружении над рассматриваемой ординатой

Величину усилия  $S$  в сечении  $p$  при положении силы  $P=1$  на сооружении над сечением  $p$

Величину усилия  $S$  в сечении  $p$  при положении силы  $P$  на сооружении над сечением  $p$

15. Что представляет собой рациональная основная система метода сил для расчета неразрезной балки?

геометрически неизменяемая, статически определимая система, полученная из заданной путем введения на опорных вертикалях шарниров и приложения опорных моментов, препятствующих взаимному повороту сечений, расположенных бесконечно близко слева и справа от каждой опоры

многопролетная шарнирная балка, полученная из заданной путем введения промежуточных шарниров на опорных вертикалях, при этом действие отброшенных связей заменяют неизвестными моментами

статически определимая, геометрически неизменяемая многопролетная шарнирная балка, полученная из заданной путем введения промежуточных шарниров на опорных вертикалях, действие отброшенных связей заменяют действием неизвестных моментов, препятствующих взаимному угловому перемещению по направлению отброшенных связей

многопролетная шарнирная балка, полученная из заданной путем введения промежуточных шарниров на опорных вертикалях, при этом действие отброшенных связей заменяют неизвестными моментами

16. Как проверяется правильность определения опорных реакций?

путем подстановки найденных значений в уравнение трех моментов

путем определения суммы проекций всех сил на ось, перпендикулярную оси стержня

сумма всех сил должна быть равна нулю

сумма проекций всех сил на ось, перпендикулярную оси балки, должна равняться нулю

17. Как преобразуется в основной системе метода сил жесткие заделки при расчете неразрезной балки методом сил?

заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными опорами  
заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными пролетами, бесконечно малой длины и жесткости

заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными пролетами, бесконечно малой длины и бесконечно большой жесткости

заделки на крайних опорах в основной системе условно заменяют дополнительными пролетами, бесконечно большой длины и бесконечно большой жесткости

18. Как учитывается в основной системе метода сил действие нагрузки, приложенной на консольной части балки?

консольные части балки условно отбрасывают

консольные части балки условно отбрасывают, действие нагрузки заменяют поперечными силами и опорными моментами

консольные части балки условно отбрасывают, действие нагрузки заменяют опорными моментами и поперечными силами, которые не оказывают влияния на изгибающие моменты

консольные части балки условно отбрасывают, действие нагрузки заменяют опорными моментами, величину и направление которых определяют в зависимости от приложенной на консоли нагрузки

19. Как проверяется правильность определения опорных изгибающих моментов?

путем подстановки в уравнение трех моментов

путем определения суммы проекций всех сил, включая и опорные реакции, на ось, перпендикулярную оси балки

путем выполнения деформационной (кинематической) проверки

путем выполнения проверки выполнения условий статического равновесия балки

20. В чем состоит смысл деформационной проверки эпюры моментов?

угол поворота сечения балки, расположенного на опорной вертикали, равен нулю

угол взаимного поворота сечений балки, расположенных бесконечно близко слева и справа от введенного на опоре шарнира, должен быть равен нулю

угол поворота сечений балки, расположенных бесконечно близко слева и справа от введенного на опоре шарнира, должен быть равен нулю

суммарный угол поворота сечений балки, расположенных бесконечно близко слева и справа

от введенного на опоре шарнира, должен быть равен нулю

21. Что называется моментным фокусным отношением?

отношение большего опорного момента к меньшему опорному моменту в пределах ненагруженного пролета неразрезной балки

отношение большего опорного момента к меньшему опорному моменту в пределах ненагруженного пролета неразрезной балки, при нагрузке, приложенной в пределах одного пролета или одной консоли

взятое по абсолютной величине отношение большего опорного момента к меньшему опорному моменту в пределах ненагруженного пролета неразрезной балки, при нагрузке, приложенной в пределах одного пролета или одной консоли

взятое по абсолютной величине отношение большего опорного момента к меньшему опорному моменту в пределах ненагруженного пролета неразрезной балки, при нагрузке, приложенной в пределах этого пролета или консоли

22. Что представляет собой фиктивная нагрузка?

эпюру моментов от заданной нагрузки в основной системе метода сил

эпюру моментов от временной нагрузки в основной системе метода сил

эпюру моментов от заданной постоянной нагрузки

эпюру моментов от заданной постоянной и временной нагрузки в основной системе метода сил

23. Что называется моментной фокусной точкой?

нулевая точка эпюры моментов в пределах ненагруженного пролета при действии нагрузки, приложенной в одном из пролетов

нулевая точка эпюры моментов в пределах ненагруженного пролета при действии нагрузки, приложенной на консоли

нулевая точка эпюры моментов в пределах ненагруженного пролета при действии нагрузки, приложенной в одном из пролетов, расположенном слева от рассматриваемого

нулевая точка эпюры моментов в пределах ненагруженного пролета при действии нагрузки, приложенной по одну сторону от рассматриваемого пролета

24. Ветвь максимума на огибающей эпюры моментов представляет собой

эпюру моментов от постоянной и временной нагрузок

эпюру расчетных значений изгибающих моментов от совместного действия постоянной и временной нагрузок

эпюру моментов, полученную суммированием ординат эпюры моментов от постоянной нагрузки и положительных ординат эпюры моментов от временной нагрузки

эпюру моментов, полученную суммированием ординат эпюры моментов от постоянной нагрузки и положительных ординат эпюр моментов от временной нагрузки, при последовательном загрузении временной нагрузкой всех пролетов и консолей в отдельности

25. Степень статистической неопределимости неразрезной балки

$C + C_0 - 2Y$

$C_0 - 3$

$3D - 2Ш - C_0$

$2Y - C$

26. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для балок?

$L = 2Ш + C_0 - 3D$

$L = C_{оп} + C - 2Y$

$L = C_{оп} - 3$

27. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для рам?

$L = 2Ш + C_0 - 3D$

$L = C_{оп} - 3$

$L = 3K - Ш$

28. Что называется основной системой метода сил?

геометрически неизменяемая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил

статически определяемая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил  
статически определяемая, геометрически неизменяемая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил

29. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для ферм?

$$L = 2Ш + C_0 - 3Д$$

$$L = C_{оп} + C - 2У$$

$$L = C_{оп} - 3$$

30. Какие недостатки имеют статически неопределимые системы?

усилия в них больше, чем в статически определимых системах

в них возникают усилия от осадки опор и температурных воздействий

прогибы в них больше, чем в статически определимых системах

*Восьмой семестр, Экзамен*

*Контролируемые ИДК: ОПК-1.4 ОПК-6.15 ОПК-6.17 ОПК-6.18 ОПК-6.19*

Вопросы/Задания:

1. Какие недостатки имеют статически неопределимые системы?

усилия в них больше, чем в статически определимых системах

в них возникают усилия от осадки опор и температурных воздействий

прогибы в них больше, чем в статически определимых системах

2. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для ферм?

$$L = 2Ш + C_0 - 3Д$$

$$L = C_{оп} + C - 2У$$

$$L = C_{оп} - 3$$

3. Что называется основной системой метода сил?

геометрически неизменяемая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил

статически определяемая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил

статически определяемая, геометрически неизменяемая система, полученная из заданной путем отбрасывания лишних связей, действие отброшенных связей при этом заменяют действием неизвестных сил

4. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для рам?

$$L = 2Ш + C_0 - 3Д$$

$$L = C_{оп} - 3$$

$$L = 3К - Ш$$

5. По какой формуле определяется степень статической неопределимости для балок?

$$L = 2Ш + C_0 - 3Д$$

$$L = C_{оп} + C - 2У$$

$$L = C_{оп} - 3$$

6. Какие неизвестные усилия в симметричных системах при симметричной нагрузке обращаются в ноль?

симметричные неизвестные усилия

кососимметричные (обратносимметричные) неизвестные усилия

часть симметричных и часть кососимметричных неизвестных усилий

7. Определить количество неизвестных в раме по методу перемещений

4

2

3

8. Какой смысл имеет коэффициент  $r_{22}$  в методе перемещений

Перемещение введенного стержня №2 от усилия  $Z_2=1$

Усилие во введенном стержне №2 от силы  $Z_2=1$

Усилие во введенном стержне №2 от перемещения его на  $Z_2=1$

9. Какую раму называют статически неопределимой?

раму, в которой есть лишние опорные связи

раму, в которой нельзя определить все усилия из уравнений статики

раму с жесткими опорными узлами

10. Как определяется  $R_2P$  – реактивное усилие от внешней нагрузки

как сумма усилий всех внешних сил на ось введенного стержня

как сумма проекций всех внешних сил и всех опорных реакций на ось введенного стержня

как сумма проекций всех опорных реакций на ось введенного стержня

11. Какие усилия возникают в статически неопределимой раме от изменения температуры?

Возникают только реактивные моменты во введенных заделках

Возникают усилия  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  в любом сечении

Возникают только изгибающие моменты в любом сечении

12. Для чего составляются канонические уравнения при расчете рамы методом перемещений

для определения неизвестных усилий в сечениях рамы

для определения угловых и линейных смещений узлов рамы

для определения опорных реакции в раме

13. Что представляет собой грузовое состояние при расчете статически неопределимой рамы методом перемещений?

загружение заданной статически неопределимой рамы заданной нагрузкой

загружение основной системы рамы заданной нагрузкой

загружение основной системы заданной нагрузкой и угловыми смещениями

14. Какая система называется основной системой метода перемещений при расчете рамы:

кинематически определяемая система, полученная из заданной путем введения дополнительных связей, в которой ведутся все расчеты

кинематически определяемая система, полученная из заданной путем введения дополнительных связей, препятствующих всем возможным перемещениям узлов рамы

статически определяемая система, полученная из заданной путем введения дополнительных скользящих (плавающих) заделок и опорных стержней, препятствующих всем возможным перемещениям узлов рамы

15. Как выполняется проверка правильности окончательной эпюры изгибающих моментов в раме в методе перемещений?

как выполняется проверка правильности окончательной эпюры изгибающих моментов в раме в методе перемещений

сумма моментов в узлах рамы равна нулю

произведение эпюры моментов от приложенной нагрузки на эпюру моментов в единичном состоянии равняется нулю

16. Что представляют собой неизвестные при расчете статически неопределимой рамы методом перемещений?

линейные и угловые перемещения узлов рамы

линейные перемещения точек приложения сил

линейные перемещения точек приложения сил и угловые перемещения узлов рамы

17. Смысл канонических уравнений в методе перемещений

отрицают усилия во введенных связях

отрицают перемещения по направлению угловых и линейных связей

отрицают реактивные усилия и перемещения во введенных связях

18. Какие усилия возникают в раме от осадки опор?

Реактивные моменты в узлах рамы

Возникают только изгибающие моменты в любом сечении рамы  
Возникают М, Q и N в любом сечении рамы

19. Какими достоинствами обладают статически неопределимые рамы ?

надежность в эксплуатации и простота расчета  
экономичность и большая жесткость их  
усилия распределяются в них равномерно

20. Для построения линии влияния опорной реакции в простой двухопорной балке достаточно

Отложить на соответствующей опорной вертикали «+1» и продолжить прямую линию до конца консоли

Отложить на соответствующей опорной вертикали «+1», соединить отложенную ординату с нулем, расположенным на другой опорной вертикали, продолжить прямую линию до конца консоли слева и справа

Отложить на соответствующей опорной вертикали «+1», соединить отложенную ординату с нулем, расположенным на другой опорной вертикали, продолжить прямую линию в пределах консолей (если балка имеет консоли)

## **8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. БЕЛЬЦ А. Ф. Строительная механика: метод. указания / БЕЛЬЦ А. Ф., Селезнева Е. Н.. - Краснодар: КубГАУ, 2023. - 77 с. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=12932> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

2. ВОЛОСУХИН В. А. Строительная механика: учеб. пособие / ВОЛОСУХИН В. А., Бандурин М. А., Ванжа В. В.. - Краснодар: КубГАУ, 2021. - 159 с. - 978-5-907430-85-3. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=9821> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

3. БАНДУРИН М. А. Строительная механика: метод. указания / БАНДУРИН М. А., Волосухин В. А.. - Краснодар: КубГАУ, 2022. - 60 с. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=11305> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

#### *Дополнительная литература*

1. Чекалкин А. А. Строительная механика, динамика и устойчивость композитных конструкций / Чекалкин А. А., Палкин Д. Д.. - Пермь: ПНИПУ, 2021. - 230 с. - 978-5-398-02518-7. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/239831.jpg> (дата обращения: 19.06.2025). - Режим доступа: по подписке

2. Кузьмин Л. Ю. Строительная механика / Кузьмин Л. Ю., Сергиенко В. Н.. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 296 с. - 978-5-8114-2117-6. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/212384.jpg> (дата обращения: 19.06.2025). - Режим доступа: по подписке

3. Сопротивление материалов и строительная механика: лабораторный практикум / 2-е изд., испр. - Омск: СиБАДИ, 2023. - 39 с. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/361091.jpg> (дата обращения: 19.06.2025). - Режим доступа: по подписке

### **8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

*Профессиональные базы данных*

Не используются.

*Ресурсы «Интернет»*

1. <https://edu.kubsau.ru/> - Образовательный портал КубГАУ
2. <https://e.lanbook.com/> - Издательство «Лань»
3. <http://www.iprbookshop.ru/> - IPRbook
4. <https://znanium.com/> - Znanium.com

### **8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- 1 Microsoft Windows - операционная система.
- 2 Microsoft Office (включает Word, Excel, Power Point) - пакет офисных приложений.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- 1 Гарант - правовая, <https://www.garant.ru/>
- 2 Консультант - правовая, <https://www.consultant.ru/>
- 3 Научная электронная библиотека eLibrary - универсальная, <https://elibrary.ru/>

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

Не используется.

*Перечень информационно-справочных систем*

*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

### **8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы бакалавриата, специалитета, магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне его. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Лекционный зал

3гд

Облучатель-рециркулятор воздуха 600 - 0 шт.

Лаборатория

15мх

ноутбук Lenovo ThinkPad E520, 15.6", i 5 - 1 шт.

прибор "Луи шопер" - 1 шт.

прибор ГМС-50 - 1 шт.

прибор КМ-50 - 1 шт.

прибор КУН-600 - 1 шт.

прибор УМ-5 - 1 шт.

прибор УММ-5 - 1 шт.

пульт МП-1 - 1 шт.

станок токарный 16ТО4А - 1 шт.

твердомер ТК-14-250 - 1 шт.

## **9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)**

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodle.

### ***Методические указания по формам работы***

#### ***Лекционные занятия***

Передача значительного объема систематизированной информации в устной форме достаточно большой аудитории. Дает возможность экономно и систематично излагать учебный материал. Обучающиеся изучают лекционный материал, размещенный на портале поддержки обучения Moodle.

#### ***Практические занятия***

Форма организации обучения, проводимая под руководством преподавателя и служащая для детализации, анализа, расширения, углубления, закрепления, применения (или выполнения) разнообразных практических работ, упражнений) и контроля усвоения полученной на лекциях учебной информации. Практические занятия проводятся с использованием учебно-методических изданий, размещенных на образовательном портале университета.

#### ***Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами***

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объем дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачетных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися.

Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением зрения:

- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;
- с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.;
- при возможности письменная проверка с использованием рельефно-точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств (тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением слуха:

- письменная проверка: контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;
- с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.;
- при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;
- устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;
- с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы предпочтительнее обучающимся, ограниченным в передвижении и др.

Адаптация процедуры проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ.

В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:

- предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;
- возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;
- увеличение продолжительности проведения аттестации;
- возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателем).

Формы промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ должны учитывать индивидуальные и психофизические особенности обучающегося/обучающихся по АООП ВО (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями зрения:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскпечатную информацию в аудиальную или тактильную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;

- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- использование инструментов «лупа», «пржектор» при работе с интерактивной доской;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;
- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;
- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;
- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания в них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскпечатную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы,

таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);

- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования; обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);
- чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);
- соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);
- минимизация внешних шумов;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):

- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы;
- стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
- наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.

## **10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)**