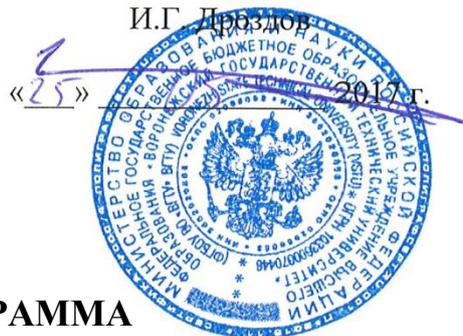


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям
И.Г. Дроздов



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Строительная механика»

Направление подготовки аспиранта: 08.06.01 Техника и технологии строительства

Направленность: 05.23.17 Строительная механика

Квалификация (степень): Исследователь. Преподаватель-исследователь

Нормативный срок обучения: 4 года / 5 лет

Форма обучения: Очная / заочная

Автор программы: к.т.н., доцент Ефрюшин С.В.

Программа обсуждена на заседании кафедры Строительной механики
«16» мая 2017 года Протокол № 8.

Зав. кафедрой Ефрюшин С.В.

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: формирование знаний и практических навыков по расчету и конструированию различных железобетонных, стальных и каменных конструкций.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучить основные физико-механические и строительные свойства разных сталей, бетонов, арматуры и камня;
- изучить современные методы расчета строительных элементов и конструкций из стали, бетона, железобетона, камня;
- изучить методы конструирования из вышеназванных материалов строительных конструкций зданий и сооружений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «*Строительная механика*» относится к *дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «дисциплины (модули)»* учебного плана.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения данной дисциплины. Изучение дисциплины «*Строительная механика*» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: теоретическая механика, техническая механика, сопротивление материалов, строительная механика, динамика и устойчивость сооружений, теория упругости и пластичности, теория надежности конструкций.

После изучения предшествующих дисциплин студент должен *знать:*

- Механические свойства материалов.
- Назначение и основные типы механических испытаний.
- Испытательные машины и установки.
- Диаграммы растяжения – сжатия.
- Изменение объема и формы. Упругая и пластическая деформация.
- Влияние фактора времени.
- Упрочнение. Влияние скорости деформации.
- Ползучесть и длительная прочность.
- Хрупкое и вязкое разрушение. Усталость материалов.
- Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия.

– Тензор деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Инварианты тензора деформаций. Уравнения, связывающие перемещение и деформации. Уравнения совместности деформаций.

- Закон Гука для анизотропного тела.
- Тензор упругих деформаций и его свойства.
- Закон Гука для изотропного тела.
- Гипотезы прочности и критерии пластичности материалов при сложном напряженном строении.
- Напряжения и перемещения в упругом стержне в общем случае нагружения.
- Изгиб прямолинейных стержней.
- Расчет балок на упругом основании.
- Особенности работы на изгиб кривых стержней.
- Изгиб и кручение тонкостенных стержней открытого профиля.
- Секториальные характеристики сечения.
- Свободное и стесненное кручение тонкостенных стержней.
- виды напряжённо-деформированного состояния стержневых и тонкостенных элементов конструкций;
- основы теории упругости и пластичности;
- основы динамики сооружений и теории устойчивости конструкций;
- способы определения **усилий и перемещений в стержневых системах**;

уметь:

- определять усилия и перемещения в стержневых системах;
- составлять расчетные схемы конструкций;
- выполнять расчёты статически определимых и статически неопределимых систем.

владеть:

- навыками проведения кинематического анализа расчетной схемы сооружения; определения внутренних усилий, напряжений и перемещений в элементах статически определимых и неопределимых систем современными методами при различных воздействиях;
- методами оценки напряженно-деформированного состояния и методами расчета строительных конструкций с учетом физической и геометрической нелинейности материалов строительных конструкций зданий и сооружений.

Дисциплина является предшествующей для выпускной квалификационной работы.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1);
- способностью профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций (ОПК-5);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-8);
- владение методами оценки напряженно-деформированного состояния и методами расчета строительных конструкций с учетом физической и геометрической нелинейности материалов строительных конструкций зданий и сооружений (ПК-6);
- способность рассчитывать остаточное силовое сопротивление, а также необходимое усиление строительных конструкций при реконструкции зданий и сооружений (ПК-7);

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основы расчёта стержневых систем на статические нагрузки;
- основы расчёта пластинчатых и оболочечных систем;
- основные численные методы расчета строительных конструкций;
- основы метода конечных элементов;
- расчёт конструкций на динамические нагрузки;
- основы расчёта конструкций на устойчивость.

Уметь:

- рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами;
- рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок;
- рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей.

Владеть:

- навыками расчёта стержневых и тонкостенных систем на статические и динамические нагрузки.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «*Строительная механика*» составляет **6** зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		5/5	6/6	
Аудиторные занятия (всего)	32/26	14/8	18/18	
В том числе:				
Лекции	32/26	14/8	18/18	
Практические занятия (ПЗ)				
Лабораторные работы (ЛР)				
Самостоятельная работа (всего)	157/163	58/64	99/99	
В том числе:				
Курсовой проект				
Контрольная работа				
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Экзамен 27/27	Зач./Зач.	Экзамен 27/27	
Общая трудоемкость: час	216	72/72	144/144	
	зач. ед.	6	2/2	4/4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
Семестр изучения – пятый		
1	Методические и экспериментальные основы строительной механики.	Предмет и объекты строительной механики. Место строительной механики в системе естественных наук. Основные этапы развития строительной механики. Механические свойства материалов. Назначение и основные типы механических испытаний. Испытательные машины и установки. Диаграммы растяжения – сжатия. Изменение объема и формы. Упругая и пластическая деформация. Влияние фактора времени. Упрочнение. Влияние скорости деформации. Ползучесть и длительная прочность. Хрупкое и вязкое разрушение. Усталость материалов. Экспериментальные методы строительной механики. Метод тензо-

		метрии, поляризационно-оптический метод. Применение фотоупругих покрытий, метод муаровых полос. Метод голографической тензометрии.
2	Основы теории упругости, пластичности и ползучести	<p>Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Инварианты тензора напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия. Тензор деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Инварианты тензора деформаций. Уравнения, связывающие перемещение и деформации. Уравнения совместности деформаций. Закон Гука для анизотропного тела. Тензор упругих деформаций и его свойства. Закон Гука для изотропного тела. Гипотезы прочности и критерии пластичности материалов при сложном напряженном строении.</p> <p>Полная система уравнений теории упругости. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях. Уравнение Бельтрами—Митчелла. Постановка основных краевых задач теории упругости. Теорема единственности. Принцип Сен-Венана. Вариационные принципы теории упругости. Принцип Лагранжа. Принцип Кастильяно. Вариационные методы решения задач теории упругости.</p> <p>Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Обобщенное плоское напряженное состояние. Функция напряжений, Бигармоническое уравнение и граничные условия для функций напряжений. Плоская задача в полярных координатах. Кручение призматических стержней.</p> <p>Основы теории пластичности. Модель упругопластического тела. Деформационная теория пластичности. Теория пластического течения. Теория предельного равновесия. Экстремальные принципы теории предельного равновесия и их применение для определения предельных нагрузок. Экстремальные принципы динамики идеально пластического тела, определение остаточных перемещений.</p> <p>Элементы теории ползучести. Установившаяся и неуставившаяся ползучесть. Основы теории линейной вязкоупругости</p>
3	Строительная механика стержней и стержневых систем	<p>Напряжения и перемещения в упругом стержне в общем случае нагружения. Изгиб прямолинейных стержней. Расчет балок на упругом основании. Особенности работы на изгиб кривых стержней. Изгиб и кручение тонкостенных стержней открытого профиля. Секториальные характеристики сечения. Свободное и стесненное кручение тонкостенных стержней.</p> <p>Кинематический анализ плоских и пространственных стержневых систем. Методы определения усилий в элементах стержневых систем.</p> <p>Общие теоремы строительной механики: теорема Клапейрона, теорема взаимности возможных работ (теорема Бетти), теорема Максвелла. Потенциальная энергия деформаций стержневой системы. Метод определения перемещений. Метод Максвелла—Мора.</p> <p>Расчет статически неопределимых систем по методу сил и методу перемещений. Смешанный метод. Расчет на температурные воз-</p>

		действия. Понятие о расчете систем с односторонними связями.
Семестр изучения – шестой		
4	Строительная механика тонкостенных конструкций	Теория изгиба пластинок. Основные гипотезы и уравнения. Решения Навье и Леви для прямоугольной пластинки. Изгиб круглых и кольцевых пластинок. Допущения классической теории тонких упругих оболочек. Полная система уравнений теории оболочек. Основы теории пологих тонких оболочек В.З. Власова. Уравнение теории пологих оболочек и область их применения. Безмоментная теория оболочек, область применения. Осесимметричный изгиб оболочек вращения. Краевой эффект в круговой цилиндрической оболочке. Основные понятия нелинейной теории пластинок и оболочек. Применение вариационных принципов строительной механики к расчету тонкостенных систем. Расчет призматических складчатых систем.
5	Динамика конструкций	Вариационные принципы динамики. Собственные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Учет диссипации энергии. Нестационарные режимы в линейных системах. Понятие о параметрических колебаниях и автоколебаниях Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней. Уравнения колебаний пластинок и оболочек. Методы определения частот и форм собственных колебаний упругих систем. Установившиеся вынужденные колебания стержней, пластинок и оболочек. Распространение волн и ударные явления в упругих телах. Основные понятия о расчетах сооружений на сейсмические воздействия. Спектральный метод и метод расчета на воздействия, заданные акселерограммами.
6	Устойчивость конструкций	Понятие устойчивости по Ляпунову. Методы решения задач устойчивости: метод Эйлера, энергетический метод, динамический метод. Предельные точки и точки бифуркации. Устойчивость физически и геометрически нелинейных систем. Понятие о динамической устойчивости. Продольный изгиб центрально сжатых стержней. Устойчивость рам и стержневых систем. Устойчивость прямоугольных пластинок при сжатии, изгибе и чистом сдвиге. Устойчивость круговой цилиндрической оболочки при осевом сжатии и гидродинамическом давлении. Устойчивость конструкций за пределом упругости. Приведенно-модульная и касательно-модульная критические силы. Концепция Шекли.
7	Численные методы и применение ЭВМ в расчетах конструкций	Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений большой размерности. Численное интегрирование систем дифференциальных уравнений и решение краевых задач на ЭВМ. Проблема собственных значений на ЭВМ. Проблемы вычислительной устойчивости. Вариационные основы метода конечных элементов и его реализация на ЭВМ. Метод граничных элементов. Разностные методы. Вычислительный эксперимент и его роль в решении задач проектирования сооружений.

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

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин															
		1	2	3	4	5	6	7									
1	Государственная итоговая аттестация	+	+	+	+	+	+	+									

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ.	Лаб.	СРС	Всего
Семестр изучения – пятый						
1	Методические и экспериментальные основы строительной механики.	4/2			19/21	23/23
2	Основы теории упругости, пластичности и ползучести	4/3			19/21	23/24
3	Строительная механика стержней и стержневых систем	6/3			20/22	26/25
	<i>Итого:</i>	14/8			58/64	72/72
Семестр изучения – шестой						
4	Строительная механика тонкостенных конструкций	4/4			24/24	28/28
5	Динамика конструкций	4/4			25/25	29/29
6	Устойчивость конструкций	4/4			25/25	29/29
7	Численные методы и применение ЭВМ в расчетах конструкций	6/6			25/25	31/31
	<i>Итого:</i>	18/18			99/99	117/117
	<i>Всего:</i>	32/26			157/163	189/189

5.4. Лабораторный практикум

Не предусмотрено учебным планом.

5.5. Практические занятия

Не предусмотрено учебным планом.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ, КУРСОВЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрены учебным планом.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

№ п/п	Компетенция (универсальная – УК; общепрофессиональная – ОПК; профессиональная – ПК)	Форма контроля	Семестр
1	2	3	4
1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)	Тестирование Экзамен	5-6
2	владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1)	Тестирование Экзамен	5-6
3	способностью профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций (ОПК-5)	Тестирование Экзамен	5-6
4	готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-8)	Тестирование Экзамен	5-6
5	владение методами оценки напряженно-деформированного состояния и методами расчета строительных конструкций с учетом физической и геометрической нелинейности материалов строительных конструкций зданий и сооружений (ПК-6);	Тестирование Экзамен	5-6
6	способность рассчитывать остаточное силовое сопротивление, а также необходимое усиление строительных конструкций при реконструкции зданий и сооружений (ПК-7);	Тестирование Экзамен	5-6

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

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля					
		РГР	КЛ	КР	Т	Зачет	Экзамен
Знает	<ul style="list-style-type: none"> – основы расчёта стержневых систем на статические нагрузки; – основы расчёта пластинчатых и оболочечных систем; – основные численные методы расчета строительных конструкций; – основы метода конечных элементов; – расчёт конструкций на динамические нагрузки; – основы расчёта конструкций на устойчивость. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	–	–	–	+	–	+
Умеет	<ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами; – рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок; – рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	–	–	–	+	–	+
Владеет	навыками расчёта стержневых и тонкостенных систем на статические и динамические нагрузки (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	–	–	–	+	–	+

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале с оценками:

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

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	– основы расчёта стержневых систем на статические нагрузки;	отлич-	Полное или ча-

Де-скриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	<ul style="list-style-type: none"> – основы расчёта пластинчатых и оболочечных систем; – основные численные методы расчета строительных конструкций; – основы метода конечных элементов; – расчёт конструкций на динамические нагрузки; – основы расчёта конструкций на устойчивость. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	НО	стичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала и литературных источников. Полное выполнение практических заданий.
Умеет	<ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами; – рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок; – рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Владеет	навыками расчёта стержневых и тонкостенных систем на статические и динамические нагрузки (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Знает	<ul style="list-style-type: none"> – основы расчёта стержневых систем на статические нагрузки; – основы расчёта пластинчатых и оболочечных систем; – основные численные методы расчета строительных конструкций; – основы метода конечных элементов; – расчёт конструкций на динамические нагрузки; – основы расчёта конструкций на устойчивость. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала. Полное выполнение практических заданий.
Умеет	<ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами; – рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок; – рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		

Де-скриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Владеет	навыками расчёта стержневых и тонкостенных систем на статические и динамические нагрузки. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Знает	<ul style="list-style-type: none"> – основы расчёта стержневых систем на статические нагрузки; – основы расчёта пластинчатых и оболочечных систем; – основные численные методы расчета строительных конструкций; – основы метода конечных элементов; – расчёт конструкций на динамические нагрузки; – основы расчёта конструкций на устойчивость. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал частичные знания лекционного материала. Частичное выполнение практических заданий.
Умеет	<ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами; – рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок; – рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Владеет	навыками расчёта стержневых систем на статические нагрузки. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Знает	<ul style="list-style-type: none"> – основы расчёта стержневых систем на статические нагрузки; – основы расчёта пластинчатых и оболочечных систем; – основные численные методы расчета строительных конструкций; – основы метода конечных элементов; – расчёт конструкций на динамические нагрузки; – основы расчёта конструкций на устойчивость. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Не показал знаний из лекционного материала. Неудовлетворительно выполненные практические задания.
Умеет	<ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами; – рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок. 		

Де-скриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	ских нагрузок; – рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Владеет	навыками расчёта стержневых систем на статические нагрузки. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Знает	– основы расчёта стержневых систем на статические нагрузки; – основы расчёта пластинчатых и оболочечных систем; – основные численные методы расчета строительных конструкций; – основы метода конечных элементов; – расчёт конструкций на динамические нагрузки; – основы расчёта конструкций на устойчивость. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	не ат-тестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные практические задания.
Умеет	– рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами; – рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок; – рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Владеет	навыками расчёта стержневых систем на статические нагрузки. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		

7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний (экзамен) оцениваются по четырехбалльной шкале с оценками:

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

Де-скрип-тор компетенции	Показатель оценивания	Оцен-ка	Критерий оценивания
Знает	<ul style="list-style-type: none"> – основы расчёта стержневых систем на статические нагрузки; – основы расчёта пластинчатых и оболочечных систем; – основные численные методы расчета строительных конструкций; – основы метода конечных элементов; – расчёт конструкций на динамические нагрузки; – основы расчёта конструкций на устойчивость. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	отлично	Аспирант демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	<ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами; – рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок; – рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Владеет	навыками расчёта стержневых и тонкостенных систем на статические и динамические нагрузки. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Знает	<ul style="list-style-type: none"> – основы расчёта стержневых систем на статические нагрузки; – основы расчёта пластинчатых и оболочечных систем; – основные численные методы расчета строительных конструкций; – основы метода конечных элементов; – расчёт конструкций на динамические нагрузки; – основы расчёта конструкций на устойчивость. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	хорошо	Аспирант демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	<ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами; – рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок; – рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Владеет	навыками расчёта стержневых и тонкостенных систем на статические и динамические нагрузки. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Знает	<ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами; – рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок; 	удовлетвори-	Аспирант демонстрирует частичное по-

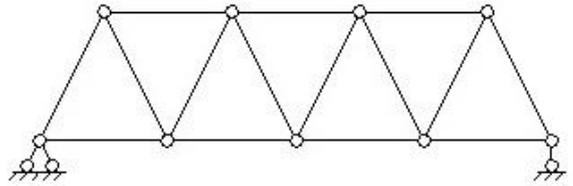
Де-скрип-тор компетенции	Показатель оценивания	Оцен-ка	Критерий оценивания
	– рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	тельно	нимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.
Умеет	– рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами; – рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок; – рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Владеет	навыками расчёта стержневых и тонкостенных систем на статические и динамические нагрузки. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Знает	– основы расчёта стержневых систем на статические нагрузки; – основы расчёта пластинчатых и оболочечных систем; – основные численные методы расчета строительных конструкций; – основы метода конечных элементов; – расчёт конструкций на динамические нагрузки; – основы расчёта конструкций на устойчивость. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)	неудовлетворительно	1. Аспирант демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Аспирант демонстрирует непонимание заданий. 3. У аспиранта нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
Умеет	– рассчитывать стержневые и тонкостенные системы аналитическими и численными методами; – рассчитывать конструкции на надёжность при действии статических и динамических нагрузок; – рассчитывать фундаменты и основания с применением нелинейных расчётных моделей. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		
Владеет	навыками расчёта стержневых систем на статические нагрузки. (УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7)		

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

7.3.1. Задания для тестирования

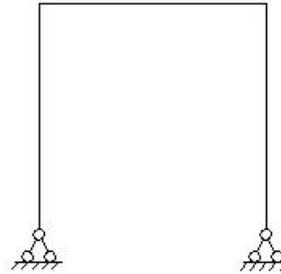
1. К какому виду относится изображенная на рисунке стержневая система?

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

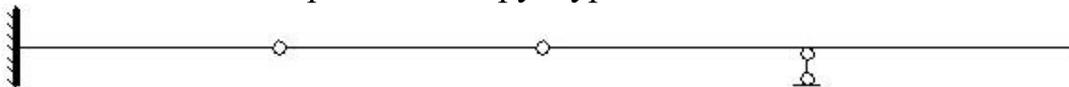


2. Определите число избыточных связей стержневой системы

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



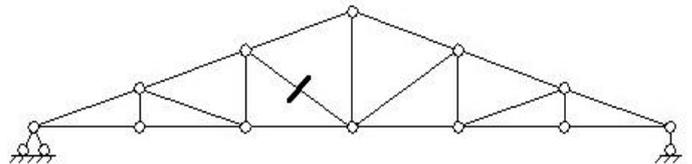
3. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение



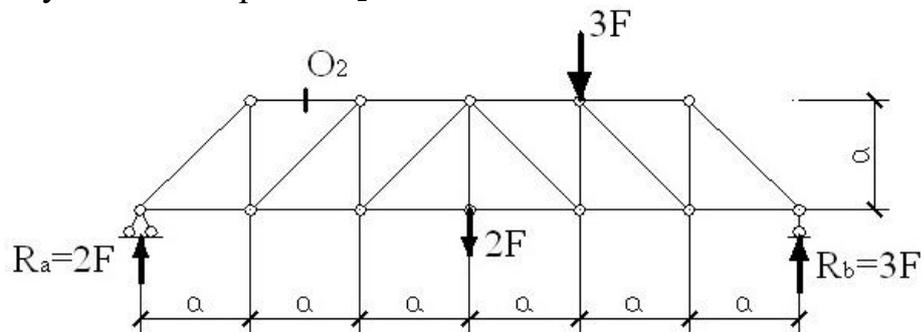
- 1) геометрически изменяемая;
- 2) мгновенно изменяемая;
- 3) геометрически неизменяемая

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

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



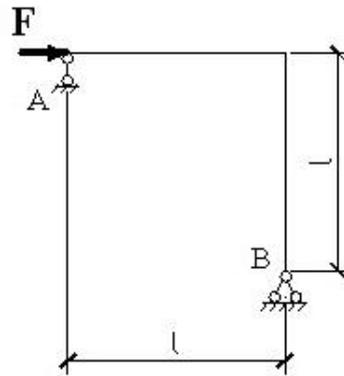
5. Определите усилие в стержне O_2



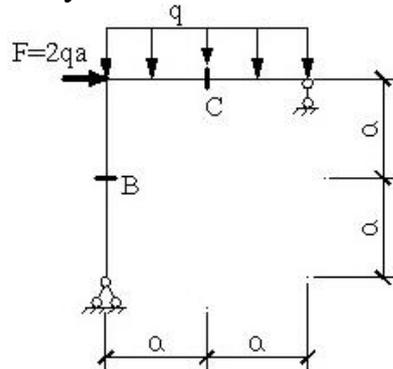
- 1) 0; 2) $-F$; 3) $-2F$; 4) $1.5F$; 5) $2F$

6. Определите реакцию опоры A

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

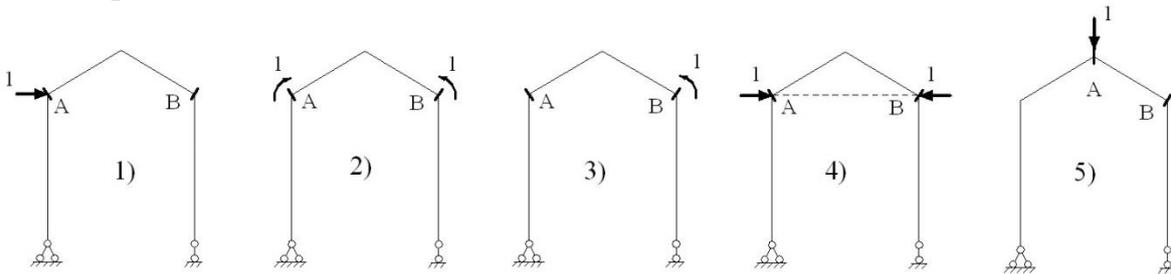


7. Определите поперечную силу в сечении B



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

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



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

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

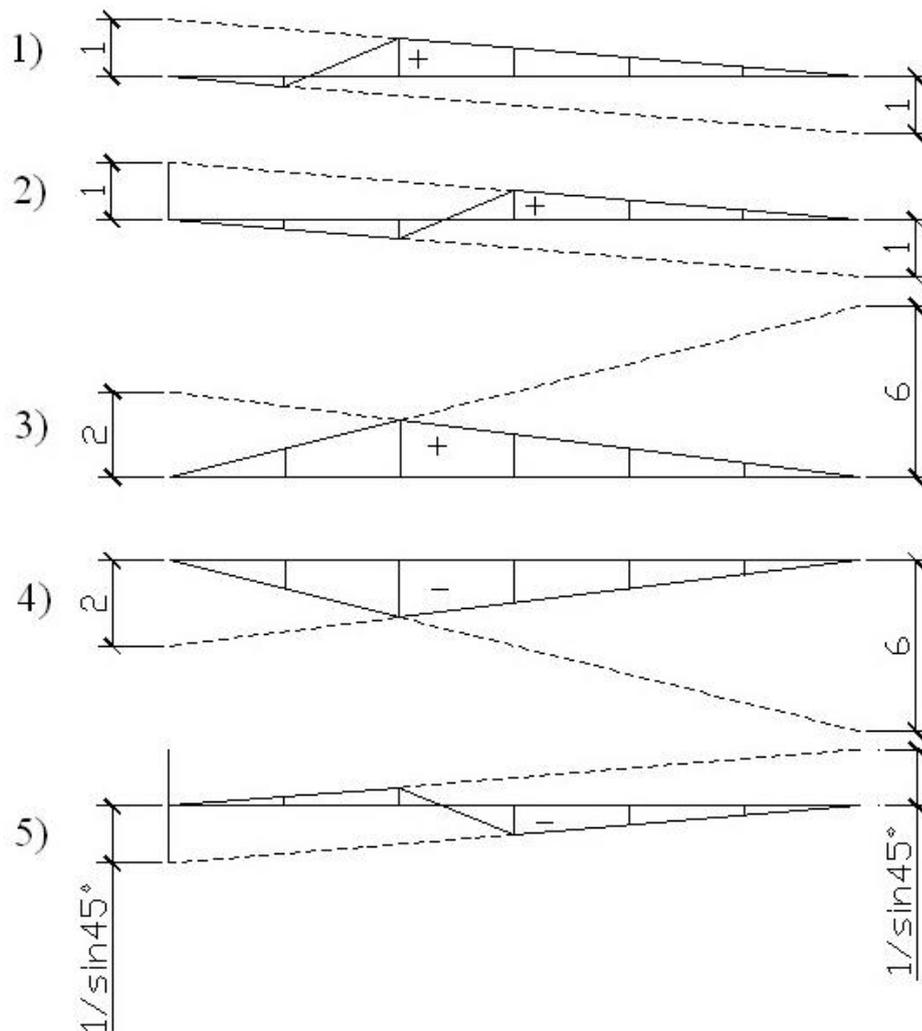
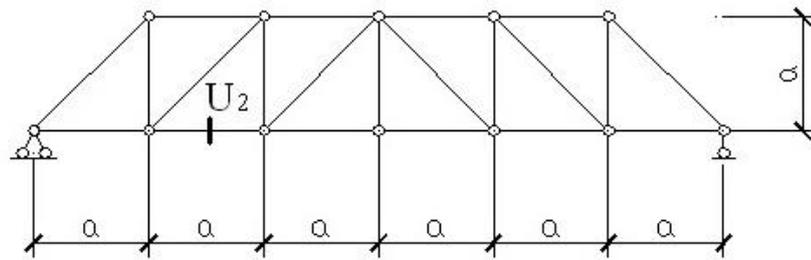
2) $\Delta_i = \sum \alpha \int m_i \Delta t' ds + \sum \alpha \int n_i \Delta t_0 ds;$

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

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

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

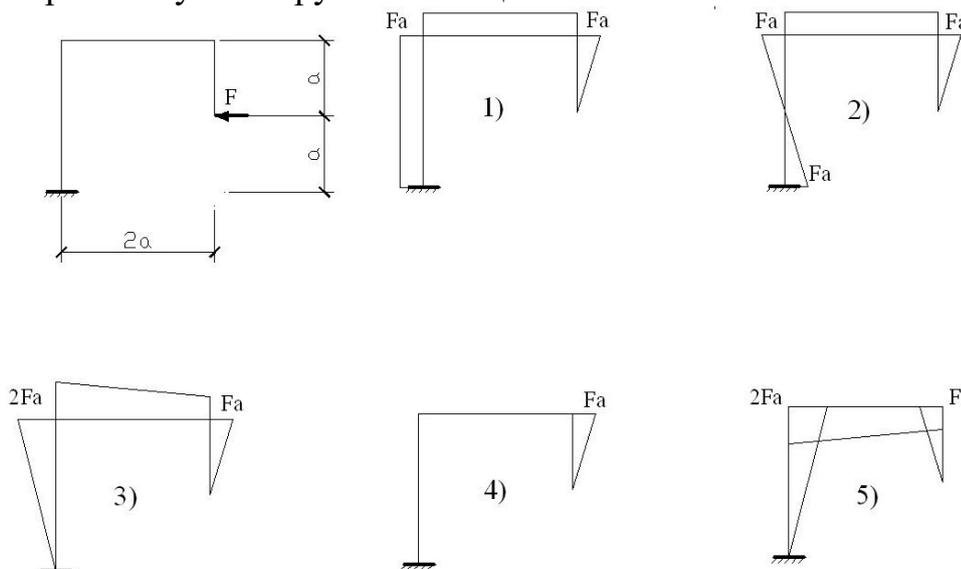
10. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне U_2



11. Назовите основные неизвестные при расчете неразрезной балки

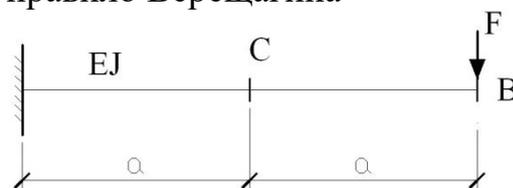
- 1) усилия и реакции в избыточных связях;
- 2) перемещения узлов;
- 3) реакции в избыточных связях и перемещения узлов;
- 4) перемещения по направлению отброшенных связей;
- 5) реакции наложенных связей

12. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



13. Определите угол поворота сечения C, используя правило Верещагина

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

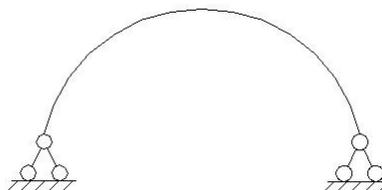


14. Укажите правильную формулировку физического смысла свободных членов канонических уравнений метода перемещений

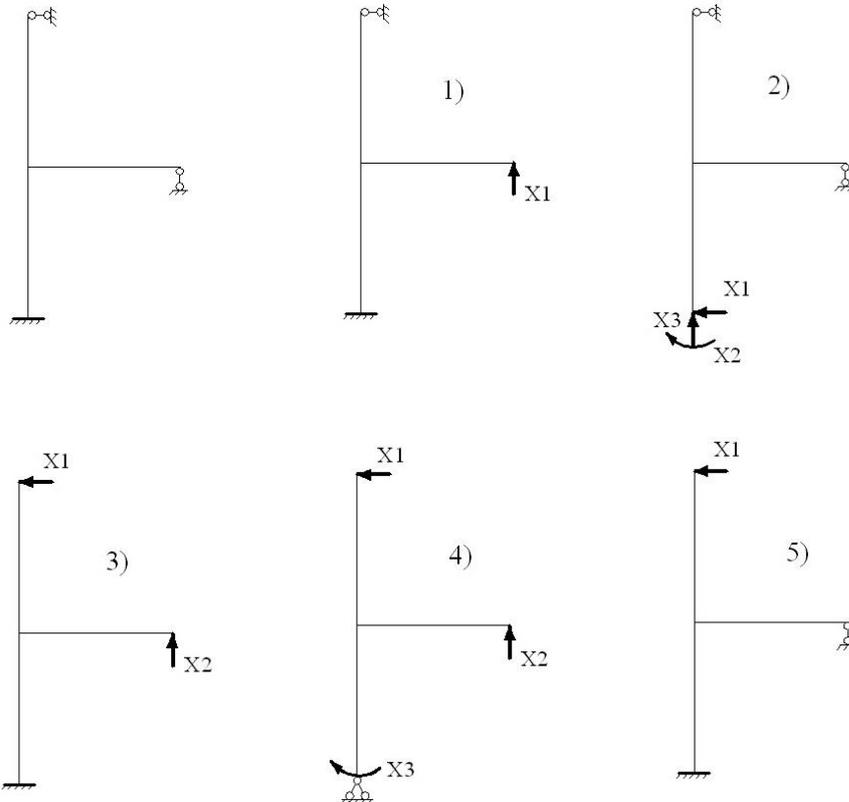
- 1) перемещения по направлению отброшенных связей от нагрузки;
- 2) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных значений основных неизвестных;
- 3) реакции наложенных связей от нагрузки;
- 4) реакции наложенных связей от единичных смещений;
- 5) реакции наложенных связей от единичных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

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

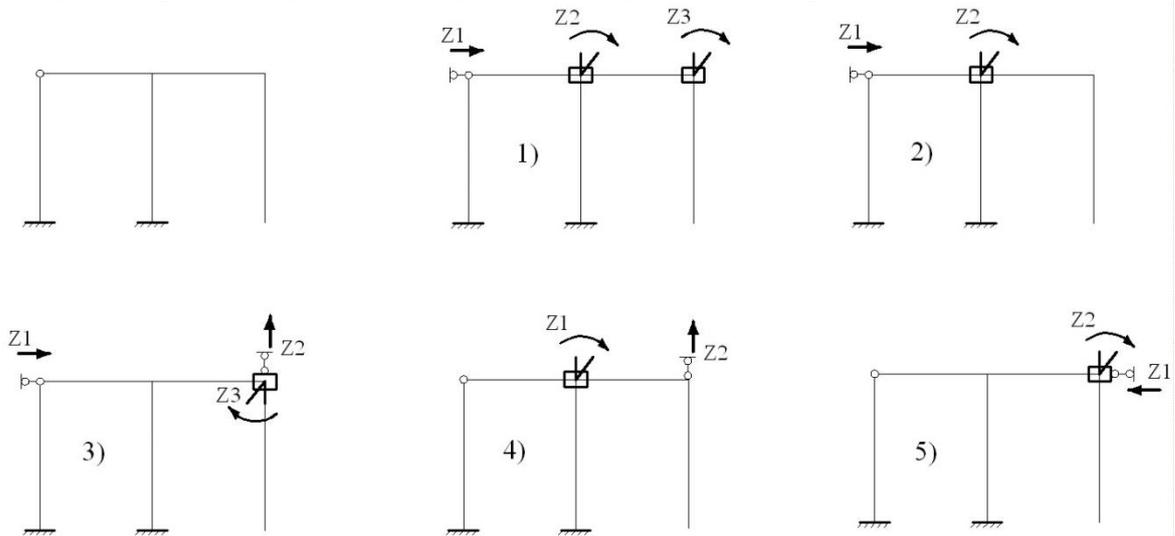
- 1) балка;
- 2) рама;
- 3) ферма;
- 4) арка;
- 5) комбинированная система



16. Выберите правильную основную систему метода сил

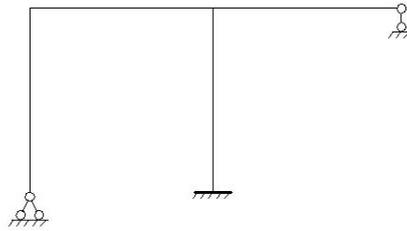


17. Выберите правильную основную систему метода перемещений



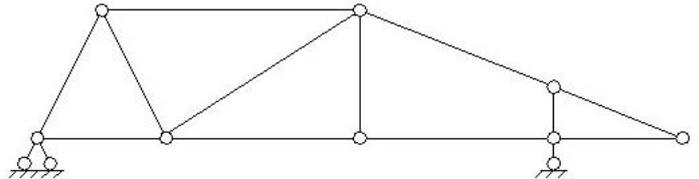
18. Определите число избыточных связей стержневой системы

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



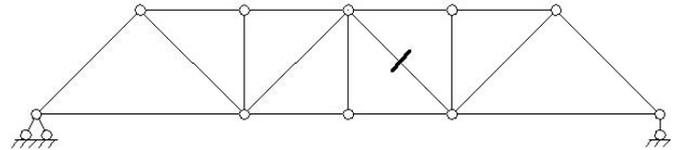
19. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение

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



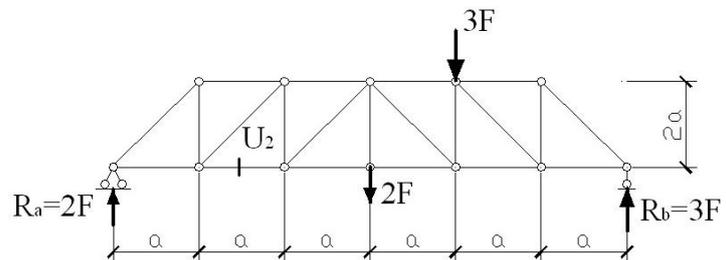
20. Какой метод следует применять для определения усилия в отмеченном стержне аналитическим путем?

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



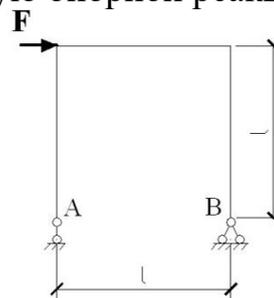
21. Определите усилие в стержне U_2

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



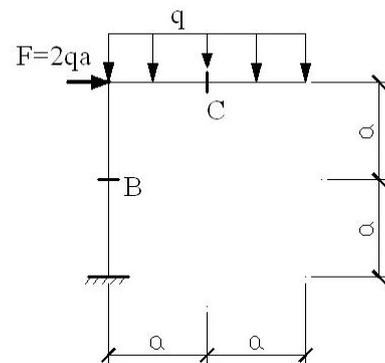
22. Определите вертикальную составляющую опорной реакции в опоре B

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



23. Определите изгибающий момент в сечении C

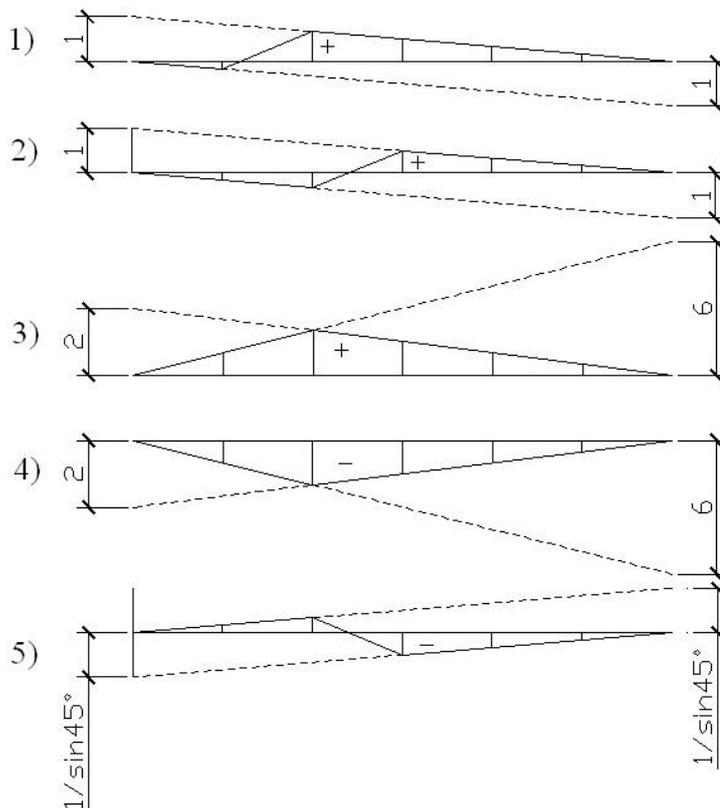
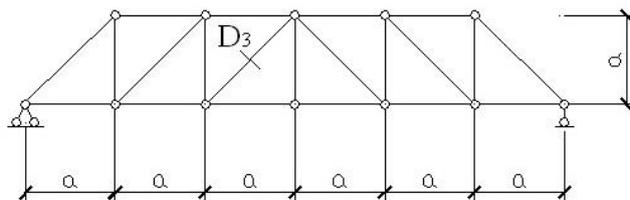
- 1) 0; 2) $4qa^2$; 3) $2.5qa^2$; 4) $0.5qa^2$; 5) $3qa^2$



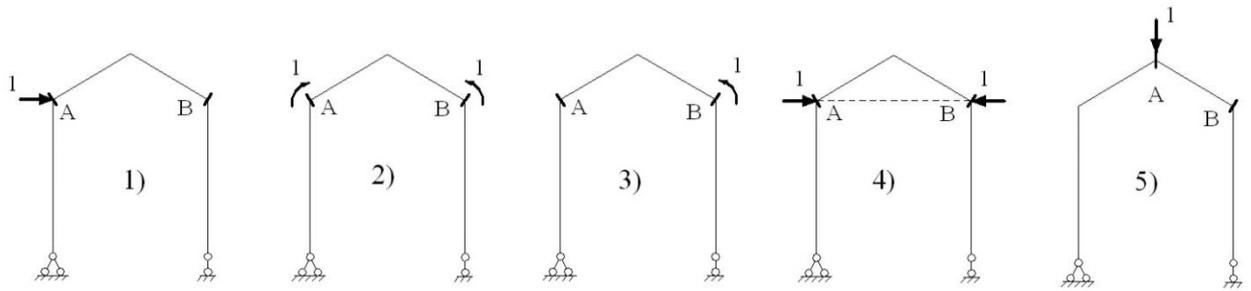
24. Укажите уравнения трех моментов для расчета неразрезной балки на действие заданной нагрузки

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

25. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне D_3



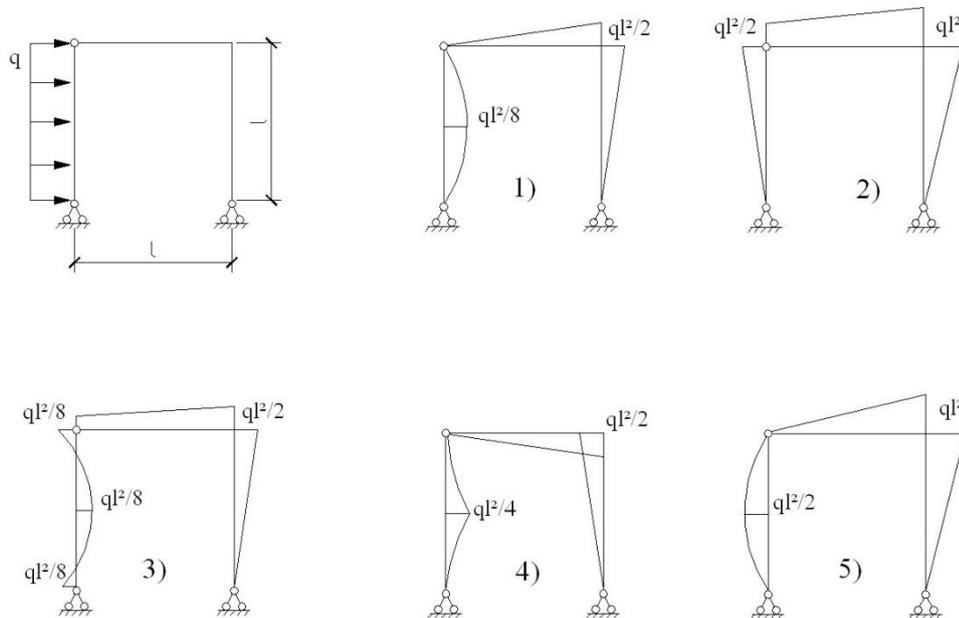
26. Выберите правильное вспомогательное состояние для определения взаимного смещения сечений A и B



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

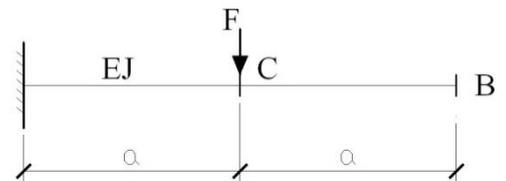
- 1) перемещения по направлению отброшенных связей от нагрузки;
- 2) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных значений основных неизвестных;
- 3) реакции наложенных связей от нагрузки;
- 4) реакции наложенных связей от единичных смещений;
- 5) реакции наложенных связей от единичных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

28. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



29. Определите вертикальное перемещение точки B , используя правило Верещагина

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



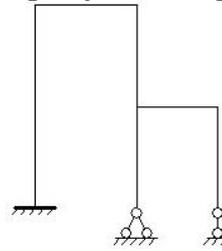
30. Укажите правильную формулировку физического смысла свободных членов канонических уравнений метода сил

- 1) перемещения по направлению отброшенных связей от нагрузки;

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

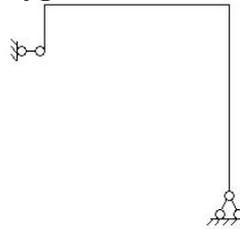
31. К какому виду относится изображенная на рисунке стержневая система?

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

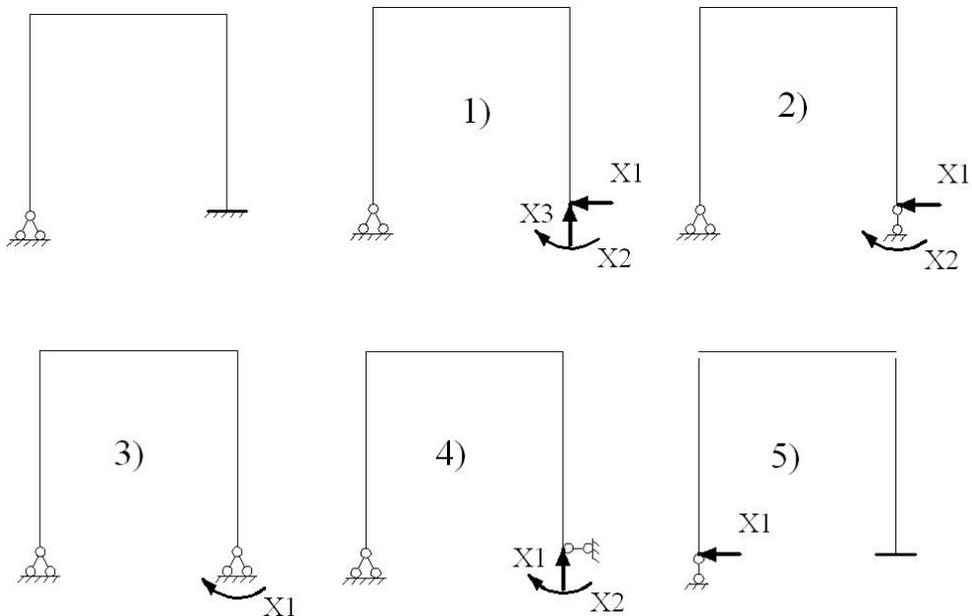


32. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение

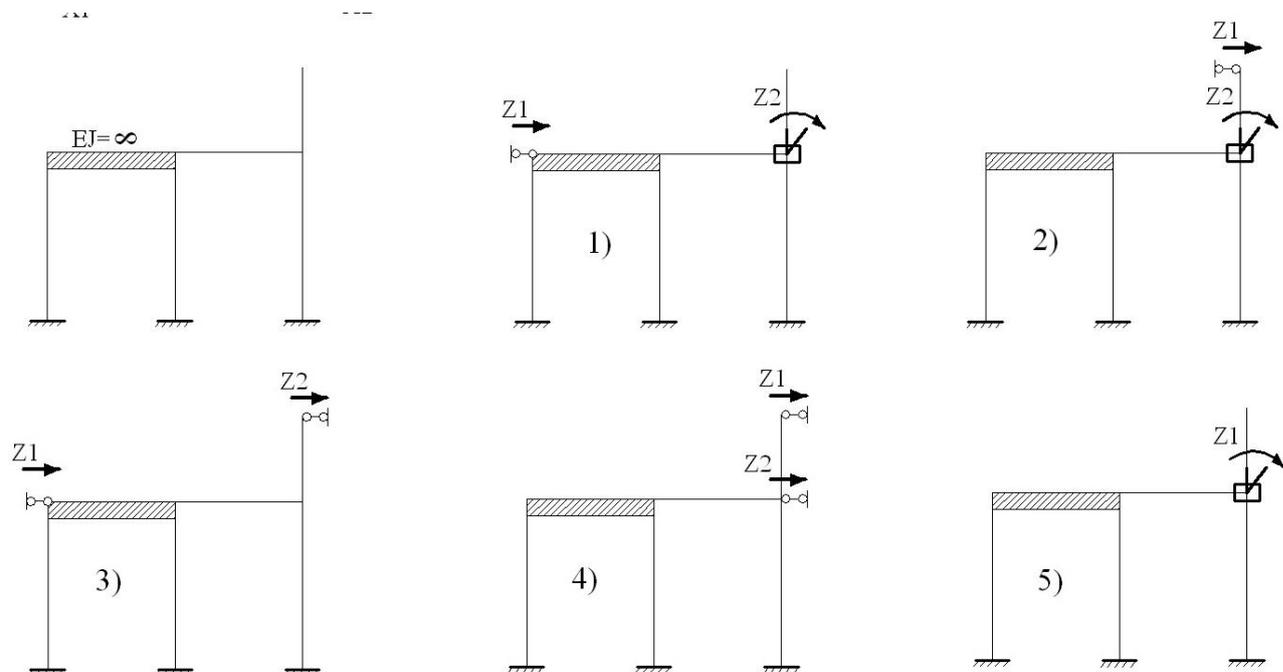
- 1) геометрически изменяемая;
- 2) мгновенно изменяемая;
- 3) геометрически неизменяемая



33. Выберите правильную основную систему метода сил

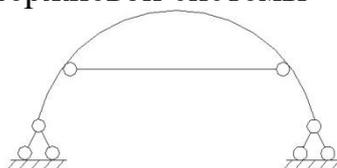


34. Выберите правильную основную систему метода перемещений



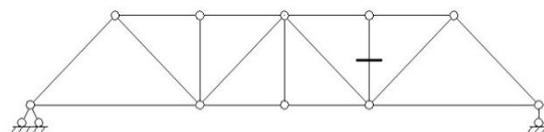
35. Определите число избыточных связей стержневой системы

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



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

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



7.3.2. Вопросы для экзамена (Семестр 5)

1. Дисциплина «Строительная механика». Цели задачи и объекты изучения строительной механики.
2. Основные механические свойства материалов. Экспериментальное определение механических свойств материалов.
3. Экспериментальные методы определения напряженно-деформированного состояния. Метод тензометрии.
4. Основы теории пластичности. Модель упругопластического тела. Основные уравнения деформационной теории пластичности.
5. Механические свойства материалов. Типы испытаний материалов. Диаграммы растяжения – сжатия. Ползучесть и длительная прочность. Усталость материалов.
6. Основные теоремы строительной механики. Потенциальная энергия деформации стержневой системы.
7. Основные допущения и уравнения теории упругости.

8. Расчёт рам методом сил и методом перемещений.
9. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях. Постановка основных краевых задач теории упругости.
10. Теория предельного равновесия Экстремальные принципы теории предельного равновесия и их применение для определения предельных нагрузок.
11. Кинематический анализ плоских и пространственных стержневых систем.
12. Изгиб и кручение тонкостенных стержней открытого профиля. Секториальные характеристики сечения. Свободное и стесненное кручение тонкостенных стержней.
13. Плоская задача теории упругости в полярных координатах. Кручение призматических стержней.
14. Общие теоремы строительной механики: теорема Клапейрона, теорема взаимности возможных работ (теорема Бетти), теорема Максвелла. Потенциальная энергия деформаций стержневой системы.

Вопросы для экзамена (Семестр 6)

1. Допущения классической теории тонких упругих оболочек. Полная система уравнений теории оболочек.
2. Собственные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Учет диссипации энергии.
3. Теория изгиба пластинок. Основные гипотезы и уравнения. Решения Навье и Леви для прямоугольной пластинки.
4. Вариационные основы метода конечных элементов и его реализация на ЭВМ..
5. Уравнение теории пологих оболочек и область их применения.
6. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней. Уравнения колебаний пластинок и оболочек.
7. Продольный изгиб центрально сжатых стержней. Устойчивость рам и стержневых систем.
8. Методы определения частот и форм собственных колебаний упругих систем.
9. Установившиеся вынужденные колебания стержней, пластинок и оболочек. Распространение волн и ударные явления в упругих телах.
10. Основные понятия динамики конструкций. Колебания систем с конечным числом стержней свободы. Учет диссипации энергии.
11. Устойчивость прямоугольных пластинок при сжатии, изгибе и чистом сдвиге.
12. Методы определения частот и форм собственных колебаний упругих систем
13. Основы метода конечных элементов. Вариационная постановка метода конечных элементов.
14. Расчёт рам на устойчивость методом перемещений.
15. Устойчивость конструкций за пределом упругости. Приведенно-модульная и касательно-модульная критические силы. Концепция Шекли.
16. Основные понятия о методе граничных элементов.

7.3.3. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-8, ПК-6, ПК-7	Тестирование Экзамен

7.4. Порядок процедуры (методические материалы, определяющие процедуры оценивания) оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

При проведении экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения тестирования обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Расчет многопролетной шарнирной балки	Методические указания	Мухтаров Р.А.	2007	Библиотека – 200 экз.
2	Расчет фермы	Методические указания	А.Н. Аверин, Г.Е. Габриелян, Л.В. Панина	2006	Библиотека – 250 экз.
3	Расчет статически определимой балочной фермы с использованием линий влияния	Методические указания	Барченкова Н.А.	2006	Библиотека – 180 экз.
4	Расчет статически определимой рамы с вычислением перемещений	Методические указания	Гриднев С.Ю.	2003	Библиотека – 150 экз.

5	Расчет статически неопределимой рамы методом сил	Методические указания	Мальцев Р.И.	1989	Библиотека – 120 экз.
6	Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений	Методические указания	Мальцев Р.И.	1993	Библиотека – 150 экз.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ (РЕКОМЕНДАЦИИ) ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

Основная литература

1. Дарков, А. В., Шапошников, Н. Н. Строительная механика: учебник. - 12-е изд., стер.. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010 -655 с.
2. Шапиро, Д. М. Метод конечных элементов в строительном проектировании [Текст] : монография. - Воронеж : Научная книга, 2013 (Воронеж : Тип. ООО ИПЦ "Научная книга", 2013). - 181 с.

Дополнительная литература

1. Верюжский Ю. В., Гольшев А. Б., Колчунов В. И., и др. Справочное пособие по строительной механике: в 2 томах - Т. 1. - Москва : АСВ, 2014 -431 с.
2. Верюжский Ю. В., Гольшев А. Б., Колчунов В. И., и др. Справочное пособие по строительной механике: в 2 томах - Т. 2. - Москва : АСВ, 2014 -. -639 с.
3. Строительная механика. В 2 кн. Кн. 1 Статика упругих систем : учеб. пособие для вузов / В. Д. Потапов [и др.] ; под ред. В. Д. Потапова. – М.: Высш. шк., 2007. – 511 с.

Справочно-нормативная литература

1. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. М. 2011.
2. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. М. 2012.
3. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. М. 2011.
4. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. М. 2012 г.

10.2. Периодические издания

1. Журналы «Строительство», «Строительная механика и расчёт сооружений».
2. "Строительная механика и расчет сооружений" (научно-теоретический журнал).
3. "Прикладная механика" (научно-теоретический журнал).

10.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Консультирование посредством электронной почты, Skype, WhatsApp, Viber.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
3. Программный комплекс: LIRA-САПР.
4. Программный комплекс: SCAD Office.
5. Программные комплексы: MIDAS GTS и MIDAS civil.
6. Математический программный комплекс: MATHCAD.
7. Статистический пакет STADIA
8. Программные продукты MS Office Word, MS Office Excel.
9. Библиотека программ, разработанная на кафедре строительной механики для выполнения РГР.

10.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

1. <http://www.cchgeu.ru>. Учебный портал ВГТУ.
2. <http://cchgeu.ru/university/library/elektronnyu-katalog/> Электронный каталог Научной Библиотеки ВГТУ.

3. <http://cchgeu.ru/education/cafedras/kafsm/> Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.
4. Информационно–поисковая система «СтройКонсультант»: доступ в локальной сети ВГТУ (библиотечный корпус).
5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.
6. <https://картанауки.рф/>.
7. elibrary.ru. Российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования.
8. <http://www.I-exam.ru>. (Интернет – тренажеры (ИТ)). Разработанные НИИ мониторинга качества образования.
9. www.fepo.ru/test. Федеральный интернет-экзамен в сфере профессионального образования. Репетиционное тестирование
10. www.iprbookshop.ru. Электронная библиотечная система IPRbook:.
11. dwg.ru. Сайт для инженеров-проектировщиков, конструкторов, содержащий техническую и нормативную документацию по проектированию и программам САПР.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА:

- 1) Оборудование для демонстрации видеофильмов, фотографий и слайдов.
- 2) Приборы и оборудование для испытания строительных конструкций.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

– Специализированная аудитория (компьютерный класс [ауд. 2121]), оборудованная интерактивными технологиями представления видеоматериала при проведении лекционных и практических занятий, численных экспериментов аспирантов, а также для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования.

– Методические указания к РГР и контрольным работам.

– Библиотека кафедры (ауд. 2115).

– Испытательная лаборатория (ауд. 2116) для проведения лабораторных работ и испытаний строительных конструкций. Проводятся механические испытания различных материалов и лабораторных образцов для студентов. В наличии имеются испытательные машины:

- ✓ ГМС-20 (растяжение-сжатие, изгиб стали и чугуна);
- ✓ УИМ-50 (растяжение-сжатие, изгиб стали и чугуна);
- ✓ ГРМ-2А (растяжение-сжатие, изгиб стали и чугуна);
- ✓ Копёр КМ-30 (ударная вязкость стали);
- ✓ Р-0,5 (растяжение-сжатие стальной пружины);
- ✓ Р-10 (растяжение-сжатие, скалывание древесины);
- ✓ КМ-50-1 (закон Гука при кручении [без разрушения], сталь);
- ✓ Машина Амслера (кручение образцов из стали и чугуна до разрушения);
- ✓ ИМ-4Р (срез нагеля, смятие-сжатие древесины);
- ✓ ТШ-2 (определение твёрдости по Бринеллю);
- ✓ ТК-2М (определение твёрдости по Роквеллу).

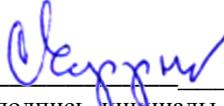
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

Занятия проводятся в виде лекций в поточной аудитории. По желанию лектора занятия могут сопровождаться демонстрационно-визуальными материалами. Посредством разборов примеров решения задач следует добиваться понимания обучающимися сути и прикладной значимости решаемых задач.

Практические занятия проводятся в виде экспериментов, результаты которых заносятся в специальный журнал. Также на практических занятиях рассматриваются и решаются практические задачи.

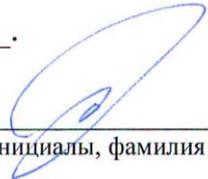
Экзамен проводится в форме тестирования или в письменной форме. Студент получает экзаменационную оценку в зависимости от процента правильных ответов при тестировании или от полноты ответа на вопросы экзаменационного билета при письменной форме экзамена.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства», направленности 05.23.17 "Строительная механика" (Утвержден приказом Мин. Образования и науки РФ от "30" июля 2014 г. № 873).

Руководитель основной профессиональной образовательной программы: к.т.н., доцент  С.В. Ефрюшин
ученая степень и звание, подпись, инициалы, фамилия

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией
Строительного факультета.

«18» 05 2017 г., протокол № 5.

Председатель: к.э.н., доцент  Власов В.Б.
ученая степень и звание, подпись, инициалы, фамилия