

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»  
в городе Борисоглебске



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор \_\_\_\_\_ Л.В.Болотских

«02» сентября 2019г.

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

**Направление подготовки 08.03.01 Строительство**

**Профиль Автомобильные дороги**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года /4 года 11 месяцев**

**Форма обучения очная /заочная**

**Год начала подготовки 2018**

Автор программы

/Зульфикарова Т.В./

Заведующий кафедрой  
естественнонаучных  
дисциплин

/Матвеева Л.И./

Руководитель ОПОП

/Каратаева Т.В./

Борисоглебск 2019

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины:** – формирования знаний в области исследования механических систем, моделирующих работу реальных конструкций, и расчета геометрически неизменяемых систем методами строительной механики, в том числе с использованием современного вычислительного аппарата.

**1.2. Задачи освоения дисциплины:** – моделирование механического состояния реальных конструкций в результате обоснованного выбора расчетной схемы и сочетаний действующих нагрузок;

- выполнение кинематического анализа расчетной схемы конструкции на количественном и структурном уровнях с целью определения ее статической пригодности и выбора метода расчета;

- изучение методов расчета геометрически неизменяемых систем при условиях их статической определимости или статической неопределимости, способы проверки полученных решений;

- изучение возможностей преобразования расчетной схемы с целью повышения ее статической надежности;

- ознакомление с существующими средствами расчета сложных механических систем на основе использования современной вычислительной техники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Строительная механика» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-2 - Способен применять методы проведения инженерных изысканий, технологии проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования

ПК-4 - Способен применять научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по профилю деятельности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать - наиболее значимые экспериментальные и теоретические достижения, заложившие основы современных механических теорий и методов расчета;
	уметь - выбирать наиболее рациональный метод расчета механических систем при различных воздействиях на них, выявлять распределение усилий и по длине стержня или на плоскости пластины;
	владеть

	- методами определения внутренних усилий и перемещений в элементах геометрически неизменяемой механической системы (статически определимой или статически неопределимой), навыками выполнения проектных и проверочных расчетов элементов конструкций при различных видах силовых воздействий;
ПК-4	знать механические свойства строительных материалов, которые определяют зависимости между напряжениями и деформациями элементов строительных конструкций;
	уметь находить необходимые нормативные данные в справочной литературе и государственных стандартах;
	владеть навыками работы с научно-технической, нормативной и справочной литературой;

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Строительная механика» составляет 5 з.е.

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

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	90	54	36
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	54	36	18
<b>Самостоятельная работа</b>	54	18	36
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	72	108
зач.ед.	5	2	3

#### заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Курс, сессия		
		2	3, лето	4/зим
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	24	-	12	12
В том числе:				
Лекции	10	-	6	4
Практические занятия (ПЗ)	14	-	6	8
<b>Самостоятельная работа</b>	143	-	56	87
Часы на контроль	13	-	4	9

Виды промежуточной аттестации - эк-замен, зачет	+		зач.	ЭКЗ.
Общая трудоемкость: академические часы	180	0	72	108
зач.ед.	5	0	2	3

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Классификация расчётных схем, их. кинематический и структурный анализ.	Классификация элементов сооружений и расчетных схем. Классификация воздействий (силовые, кинематические, температурные). Классификация расчетных схем по кинематическим свойствам: геометрически изменяемые, геометрически неизменяемые, мгновенно изменяемые системы. Классификация систем по статическим признакам: статические определимые, статически неопределимые и мгновенно изменяемые системы. Основные положения кинематического анализа, понятия о числе степеней свободы, диске, узле, стержне, шарнире, кратном шарнире. Вывод формул для определения числа степеней свободы и числа избыточных связей. Анализ геометрической структуры. Примеры образования геометрически неизменяемых, геометрически изменяемых и мгновенно – изменяемых систем.	4/2	8/2	4/14	16/18
2	Расчёт статически определимых стержневых систем	Определение усилий в многопролётных шарнирных балках, в фермах, рамах, арках. Порядок расчета многопролётной шарнирной балки, понятие о монтажной (позтажной) схеме. Классификация ферм. Условия безмоментности стержней. Аналитическое определение усилий от узловой нагрузки из условий равновесия узлов, частей фермы и комбинированным способом. Признаки нулевых стержней. Классификация рам по способу опирания, определение опорных реакций. Обобщение понятий внутренних усилий и способы построения эпюр в рамах. Проверки. Типы арок, очертание осей. Вывод формул для определения усилий трехшарнирной арки при расчете на вертикальную нагрузку. Рациональная ось.	6/2	8/2	6/14	20/18
3	Теория линий влияния. Основы расчета на временную нагрузку.	Принцип суперпозиции в линейных системах. Понятие о линии влияния. Построение линий влияний усилий в простых балках, МШБ и фермах. Размерности ординат линий влияния. Определение усилий по линиям влияния от различных нагрузок. Определение по линиям влияния опасного положения временной и подвижной нагрузки.	4/2	10/2	4/14	18/18
4	Общие теоремы об упругих системах. Определение перемещений.	Понятие о действительной (собственной) и возможной (дополнительной) работах. Теорема о взаимности работ и ее следствия. Принцип возможных перемещений. Групповые силы и обобщенные перемещения. Линейно и нелинейно деформируемые системы, типы нелинейностей. Универсальное обозначение перемещений. Вывод формулы Мора для определения перемещений от всех видов воздействий: на-	4	10	4/14	18/14

		грузки, смещения связей и изменения температуры. Правило Верещагина для вычисления интегралов Мора. Примеры перемножения эпюр по правилу Верещагина.				
		контроль				/4
		<b>Итого 5 семестр</b>	<b>18/6</b>	<b>36/6</b>	<b>18/56</b>	<b>72/72</b>
5	Расчет статически неопределимых систем методом сил.	Заданная и основная системы. Условия их статической и кинематической эквивалентности. Канонические уравнения метода сил, истолкование и определение коэффициентов и свободных членов уравнений. Их проверки. Построение окончательных эпюр, кинематические проверки. Определение перемещений в статически неопределимых системах (теорема Уманского). Учёт симметрии. Рациональный выбор основной системы для расчёта неразрезной балки. Уравнение трёх моментов. Понятие об объёмлющих (огibaющих) эпюрах.	3/1	3/2	6/14	12/17
6	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.	Заданная система. Основная система, способы её образования. Статические условия эквивалентности основной и заданной системы. Вывод канонических уравнений. Построение единичных эпюр для балок с неподвижными концами от нагрузки и смещения опорных связей. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений метода перемещений (два способа). Построение окончательных эпюр, их проверки.	3/1	3/1	6/14	12/16
7	Смешанный метод расчёта	Области рационального применения смешанного метода. Образование основной системы и условия эквивалентности ее заданной системы. Вывод канонических уравнений смешанного метода. Смысл особых коэффициентов. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений.	3/1	3/2	6/14	12/17
8	Расчёт стержневых систем на устойчивость.	Понятие о потере устойчивости I и II рода. Допущения при составлении разрешающих уравнений. Использование метода перемещений при составлении уравнений устойчивости. Определение критической нагрузки из решения характеристического уравнения.	3/1	3/1	6/15	12/17
9	Основные положения матричных методов расчёта.	Топология стержневой конструкции. Представление геометрической и физической информации для элементов. Матричные формы записей уравнений равновесия, совместности деформаций и физических соотношений. Матричная форма метода сил и метода перемещений.	3	3/1	6/15	12/16
10	Основы расчета упругих систем методом конечных элементов (МКЭ).	Основные понятия метода конечных элементов. Виды конечных элементов и условия сопряжения между ними. Получение разрешающих уравнений МКЭ на основе вариационных принципов и прямыми методами. Представление основных зависимостей в матричной форме.	3	3/1	6/15	12/16
		контроль				36/9
			18/4	18/8	36/87	108/108

**5.2 Перечень лабораторных работ**

Не предусмотрено учебным планом

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

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

**7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ****7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания****7.1.1 Этап текущего контроля**

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

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	знать - наиболее значимые экспериментальные и теоретические достижения, заложившие основы современных механических теорий и методов расчета;	Активность работы на практических занятиях, выполнение стандартных и практически важных задач, тестирование.	Посещение лекционных и практических занятий. Успешное тестирование (более 70% верных ответов). Аккуратное и своевременное выполнение индивидуальных задач	Частичное посещение или отсутствие на лекционных и практических занятиях. Количество правильных ответов тестовых заданий менее 70%. Не выполнение задач в срок, предусмотренный рабочей программой (РП).
	уметь - выбирать наиболее рациональный метод расчета механических систем при различных воздействиях на них, выявлять распределение усилий и по длине стержня или на плоскости пластины;	Активность работы на практических занятиях, выполнение стандартных и практически важных задач, тестирование.	Посещение лекционных и практических занятий. Успешное тестирование (более 70% верных ответов). Аккуратное и своевременное выполнение индивидуальных задач	Частичное посещение или отсутствие на лекционных и практических занятиях. Количество правильных ответов тестовых заданий менее 70%. Не выполнение задач в срок, предусмотренный рабочей программой (РП).
	владеть - методами определения внутренних усилий и перемещений в элементах геометрически неизменяемой механической системы (статически оп-	Активность работы на практических занятиях, выполнение стандартных и практически важных задач, тестирование.	Посещение лекционных и практических занятий. Успешное тестирование (более 70% верных ответов). Аккуратное и своевременное выполнение индивидуальных	Частичное посещение или отсутствие на лекционных и практических занятиях. Количество правильных ответов тестовых заданий менее

	ределимой или статически неопределимой), навыками выполнения проектных и проверочных расчетов элементов конструкций при различных видах силовых воздействий;		видуальных задач	70%. Не выполнение задач в срок, предусмотренный рабочей программой (РП).
ПК-4	знать механические свойства строительных материалов, которые определяют зависимости между напряжениями и деформациями элементов строительных конструкций;	Активность работы на практических занятиях, выполнение стандартных и практически важных задач, тестирование.	Посещение лекционных и практических занятий. Успешное тестирование (более 70% верных ответов). Аккуратное и своевременное выполнение индивидуальных задач	Частичное посещение или отсутствие на лекционных и практических занятиях. Количество правильных ответов тестовых заданий менее 70%. Не выполнение задач в срок, предусмотренный рабочей программой (РП).
	уметь находить необходимые нормативные данные в справочной литературе и государственных стандартах;	Активность работы на практических занятиях, выполнение стандартных и практически важных задач, тестирование.	Посещение лекционных и практических занятий. Успешное тестирование (более 70% верных ответов). Аккуратное и своевременное выполнение индивидуальных задач	Частичное посещение или отсутствие на лекционных и практических занятиях. Количество правильных ответов тестовых заданий менее 70%. Не выполнение задач в срок, предусмотренный рабочей программой (РП).
	владеть навыками работы с научно-технической, нормативной и справочной литературой;	Активность работы на практических занятиях, выполнение стандартных и практически важных задач, тестирование.	Посещение лекционных и практических занятий. Успешное тестирование (более 70% верных ответов). Аккуратное и своевременное выполнение индивидуальных задач	Частичное посещение или отсутствие на лекционных и практических занятиях. Количество правильных ответов тестовых заданий менее 70%. Не выполнение задач в срок, предусмотренный рабочей программой (РП).

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестре для очной формы обучения и 3к, летн. и 4к, зимн. сессии для заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	знать - наиболее значимые	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	экспериментальные и теоретические достижения, заложившие основы современных механических теорий и методов расчета;			
	уметь - выбирать наиболее рациональный метод расчета механических систем при различных воздействиях на них, выявлять распределение усилий и по длине стержня или на плоскости пластины;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть - методами определения внутренних усилий и перемещений в элементах геометрически неизменяемой механической системы (статически определимой или статически неопределимой), навыками выполнения проектных и проверочных расчетов элементов конструкций при различных видах силовых воздействий;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать причины возникновения линейного, плоского и объемного напряженных состояний в элементах конструкций при силовых, термических и кинематических воздействиях;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь - выбирать наиболее рациональный метод расчета при различных воздействиях, выявлять распределение усилий и по длине стержня или на плоскости пластины;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть	Решение прикладных	Продемонстри-	Задачи не



	– навыками выполнения проектных и проверочных расчетов элементов конструкций при различных видах силовых воздействий на них;	задач в конкретной предметной области	решены и верный ход решения в большинстве задач	решены
--	--	---------------------------------------	---	--------

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	знать причины возникновения линейного, плоского и объемного напряженных состояний в элементах конструкций при силовых, термических и кинематических воздействиях;	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь - выбирать наиболее рациональный метод расчета при различных воздействиях, выявлять распределение усилий и по длине стержня или на плоскости пластины;	Решение стандартных практических задач	Глубокое знание теории, успешное решение стандартных задач	Достаточные знания теории, владение навыками решения стандартных задач	Достаточные знания теории, но допущены ошибки при решении стандартных задач	Недостаточные знания теории, стандартные задачи не решены
	владеть – навыками выполнения проектных и проверочных расчетов элементов конструкций при различных видах силовых воздействий на них;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать механические свойства строительных материалов, которые определяют зависимости между напряжениями и деформациями элементов строительных конструкций;	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов

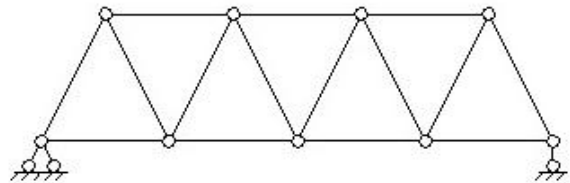
	уметь находить необходимые нормативные данные в справочной литературе и государственных стандартах;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками работы с научно-технической, нормативной и справочной литературой;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

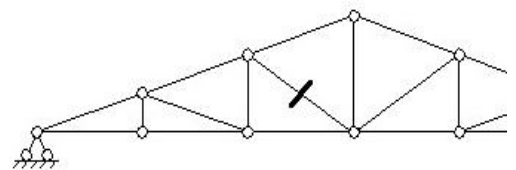
1. К какому виду относится изображенная на рисунке стержневая система?

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

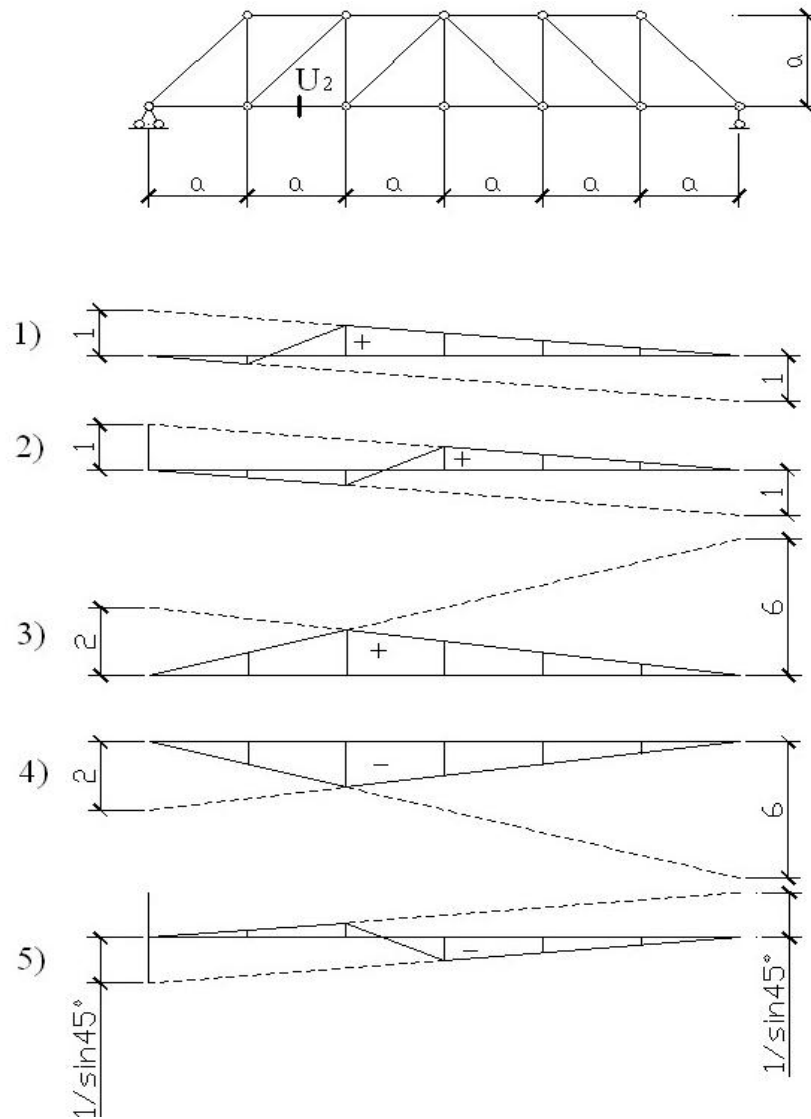


2. Какой метод следует применять для определения усилия в отмеченном стержне аналитическим путем?

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

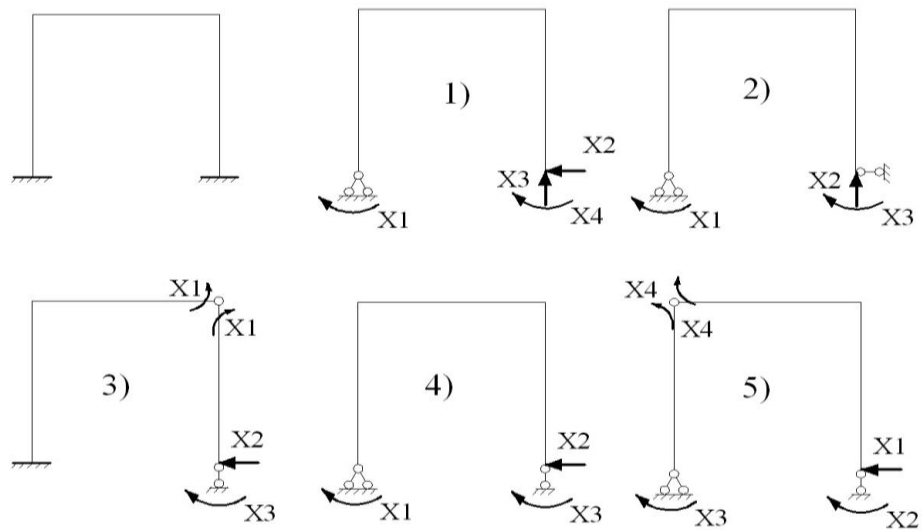


3. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне  $U_2$



4. Укажите физический смысл свободных членов канонических уравнений метода перемещений:

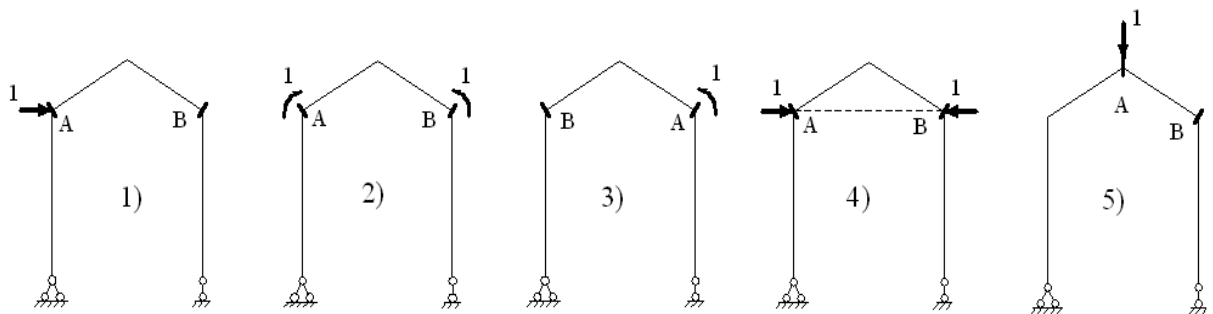
- 1) перемещения по направлению отброшенных связей от нагрузки;
  - 2) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных значений основных неизвестных;
  - 3) реакции наложенных связей от нагрузки;
  - 4) реакции наложенных связей от единичных смещений;**
  - 5) реакции наложенных связей от единичных силовых факторов, приложенных по направлению отброшенных связей;
  - б) перемещения по направлению отброшенных связей от единичных смещений наложенных связей.
5. Выберите правильную основную систему метода сил



6. Назовите основные неизвестные метода сил:

- 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.

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

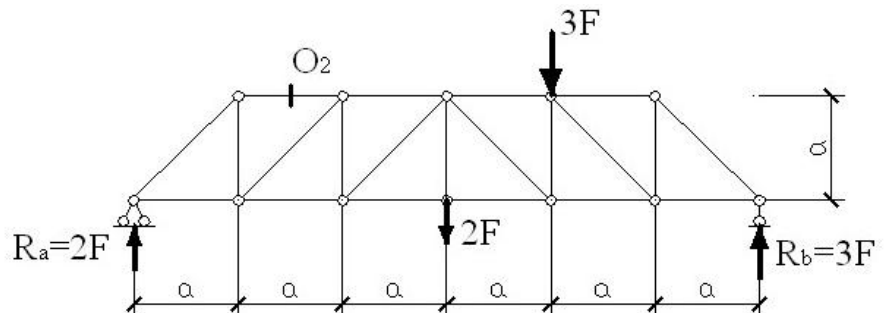


8. Укажите формулу Мора для определения перемещений от действия изменения температуры

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

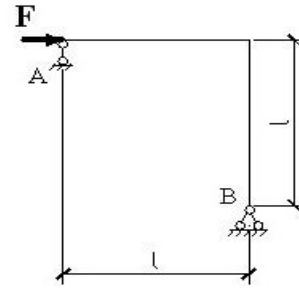
1. Определите усилие в стержне  $O_2$

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



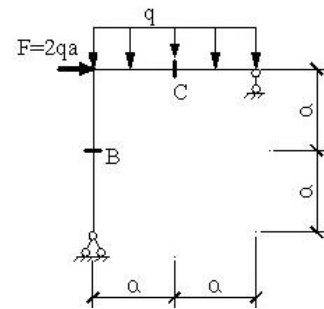
2. Определите реакцию опоры  $A$

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

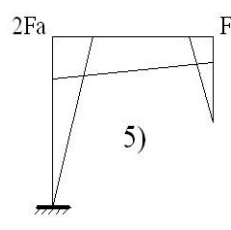
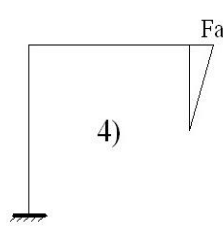
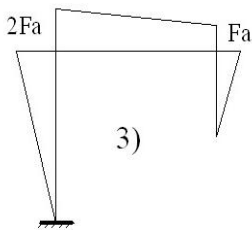
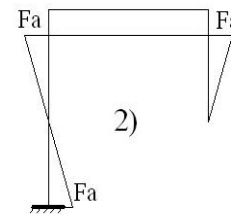
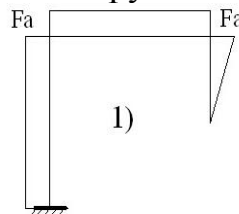
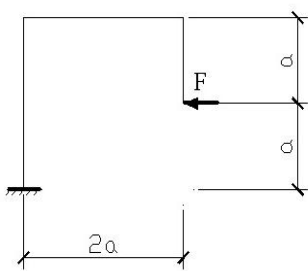


3. Определите поперечную силу в сечении  $B$

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



4. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



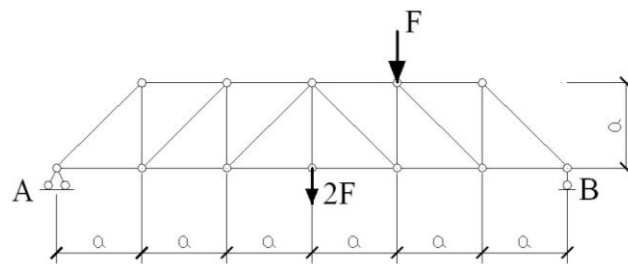
5. Определите вертикальное перемещение точки  $B$ , используя правило Верещагина

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



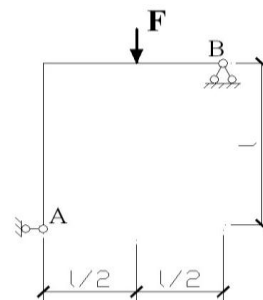
6. Определите опорную реакцию опоры  $B$

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

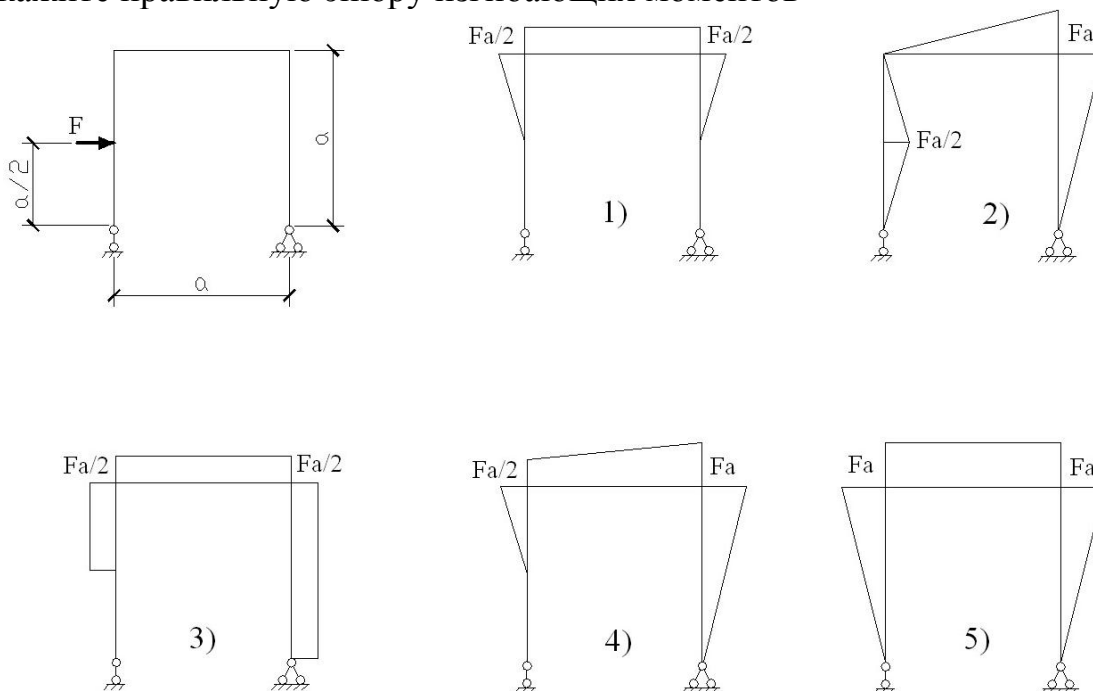


7. Определите реакцию опоры A

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

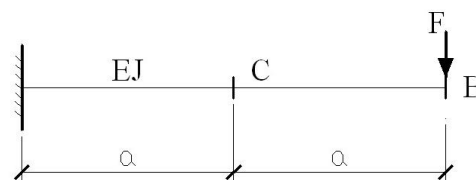


8. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



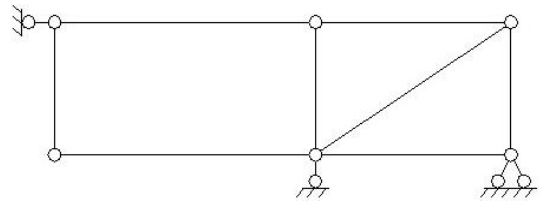
9. Определите вертикальное перемещение точки C, используя правило Верещагина

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



10. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение:

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



### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Кинематический анализ расчетных схем сооружений.
2. Расчет многопролетной статически определимой балки на монтажную нагрузку.
3. Определение усилий в стержнях ферм методом вырезания узлов.
4. Определение усилий в стержнях ферм методом Риттера.
5. Расчет статически определимой арки на вертикальную нагрузку.
6. Построение линий влияния опорных реакций, поперечных сил и изгибающих моментов для многопролетной балки. Определение усилий по линиям влияния от действия постоянной и временной нагрузок.
7. Определение перемещений балки от внешней нагрузки методом Мора. Проверка полученного решения методом Верещагина.
8. Определение перемещений в раме от внешней нагрузки методом Мора. Проверка полученного решения методом Верещагина.
9. Расчет статически неопределимой балки методом сил на действие заданной нагрузки.
10. Расчет статически неопределимой рамы методом сил на действие заданной нагрузки.

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Понятие о расчётной схеме конструкции. Моделирование материала, формы, связей и нагрузок. Понятия: диска, узла, стержня, простого и кратного шарниров. Классификация расчётных схем.
2. Кинематический анализ плоских стержневых систем. Определение числа степеней свободы и числа избыточных связей расчётной схемы. Структурный анализ механической системы. Признаки геометрически неизменяемых систем.
3. Определение усилий в многопролётных шарнирных балках (МШБ) от постоянных нагрузок. Кинематический анализ. Поэтажная схема. Определение опорных реакций и построение эпюр усилий.
4. Понятие о ферме. Классификация ферм. Кинематический анализ. Определение опорных реакций. Аналитические методы определения усилий в стержнях плоских статически определимых ферм: метод вырезания узлов, метод Риттера.
5. Понятие о линиях влияния. Построение линий влияния опорных реакций, поперечных сил и изгибающих моментов в простых балках и МШБ статическим способом. Понятие о построении линий влияния кинематическим способом.
6. Построение линий влияния усилий в стержнях плоских ферм: в верхнем и

нижнем поясах, раскосах, стойках. Отличия в линиях влияния при езде понизу и поверху.

7. Определение внутренних усилий в механических системах по линиям влияния. Определение экстремальных значений усилий по линиям влияния от подвижных и временных нагрузок.
8. Определение усилий в плоских статически определимых рамах. Классификация рам. Кинематический анализ. Определение опорных реакций. Построение эпюр усилий и их статические проверки. Использование симметрии расчетной схемы при расчёте рам.
9. Конструктивное многообразие арок. Классификация арок. Определение усилий в трёхшарнирной арке. Сопоставление с балкой. Определение опорных реакций и построение эпюр усилий. Рациональное очертание арки.
10. Элементы теории перемещений. Понятия о линейно и нелинейно деформируемых системах. Принцип суперпозиции. Собственная и дополнительная работа внешних сил. Групповые силы и обобщённые перемещения. Принцип возможных перемещений. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений.
11. Дополнительная работа внутренних сил. Формулы Мора для определения перемещений от нагрузки, изменения температуры и заданного смещения опорных связей. Правило Верещагина для вычисления интегралов при использовании формулы Мора.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для экзамена**

1. Определение усилий в плоских статически неопределимых стержневых системах методом сил. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений. Построение эпюр усилий и их проверки.
2. Расчёт балок методом сил на действие внешних сил, изменение температуры и смещения опорных связей.
3. Особенности расчёта рам методом сил. Учёт симметрии. Группировки неизвестных при выборе рациональных основных систем метода сил. Теорема Уманского.
4. Определение усилий в плоских статически неопределимых стержневых системах методом перемещений. Кинематический анализ. Основная система. Канонические уравнения метода перемещений и их смысл. Определение коэффициентов и свободных членов. Построение окончательных эпюр усилий и их проверки.
5. Учёт симметрии при расчёте рам методом перемещений. Расчёт рам с бесконечно жёсткими элементами. Комбинированный метод расчёта симметричных рам.
6. Сопоставление метода сил и метода перемещений (на примере рамы). Определение усилий в плоских статически неопределимых стержневых системах смешанным методом. Выбор основной системы. Канонические



- уравнения смешанного метода и их смысл.
7. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений смешанного метода и их проверки. Построение окончательных эпюр усилий и их проверки.
  8. Неразрезные балки. Определение усилий от постоянных нагрузок. Кинематический анализ. Выбор основной системы. Вывод уравнений трёх моментов и их смысл. Построение окончательных эпюр усилий и определение опорных реакций..
  9. Объемлющие эпюры изгибающих моментов в неразрезной балке от временной нагрузки. Построение объемлющих эпюр от совместного действия постоянных и временных нагрузок. Пример практического применения объемлющих эпюр.
  10. Определение усилий в плоских рамах с использованием деформированной расчетной схемы методом перемещений. Основные допущения. Пример расчёта сжато-изогнутого стержня. Понятие об устойчивости первого и второго рода.
  11. Расчёт плоских рам на устойчивость методом перемещений. Основные допущения. Учёт симметрии при расчётах рам на устойчивость.
  12. Топология стержневой конструкции. Представление геометрической и физической информации для элементов. Матричные формы записей уравнений равновесия, совместности деформаций и физических соотношений.
  13. Виды конечных элементов и условия сопряжения между ними. Представление основных зависимостей в матричной форме. Использование локальных и глобальной систем координат. Основные типы конечных элементов и их применение: КЭ для стержня, плоской задачи, КЭ для изгиба плит.

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

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит теоретический вопрос и стандартную задачу. Полный ответ на первый вопрос оценивается 2 баллами, полный ответ на второй вопрос – 3 баллами. Максимальное количество набранных баллов при отличном ответе составляет 5 баллов

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 3 баллов во время экзамена, не прошел тестирования в течение семестра (набрал менее 70%), не решил стандартную задачу по билету, не сдал своевременно индивидуальные задачи.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал более 3-х баллов, прошел тестирования, но испытывает трудности в решении стандартных задач курса, выполнил практически важные задачи не в полном объеме с оценкой «удовлетворительно».

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал более 3-х баллов, прошел тестирование, имеет навыки решения стандартных задач

курса, допустил неточности при решении практически важных задач.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал более 4-х баллов, успешно справился со всеми заданиями, защитил их на оценку «отлично».

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Классификация расчётных схем, их кинематический и структурный анализ.	ПК-2, ПК-4	Тест, стандартные задачи, практически важные задачи, экзамен
2	Расчёт статически определимых стержневых систем	ПК-2, ПК-4	Тест, стандартные задачи, практически важные задачи, экзамен
3	Теория линий влияния. Основы расчета на временную нагрузку.	ПК-2, ПК-4	Тест, стандартные задачи, практически важные задачи, экзамен
4	Общие теоремы об упругих системах. Определение перемещений.	ПК-2, ПК-4	Тест, стандартные задачи, практически важные задачи, экзамен
5	Расчет статически неопределимых систем методом сил.	ПК-2, ПК-4	Тест, стандартные задачи, практически важные задачи, экзамен
6	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.	ПК-2, ПК-4	Тест, стандартные задачи, практически важные задачи, экзамен
7	Смешанный метод расчёта	ПК-2, ПК-4	Тест, стандартные задачи, практически важные задачи, экзамен
8	Расчёт стержневых систем на устойчивость.	ПК-2, ПК-4	Тест, стандартные задачи, практически важные задачи, экзамен
9	Основные положения матричных методов расчета.	ПК-2, ПК-4	Тест, стандартные задачи, практически важные задачи, экзамен
10	Основы расчета упругих систем методом конечных элементов (МКЭ).	ПК-2, ПК-4	Тест, стандартные задачи, практически важные задачи, экзамен

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

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

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

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

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

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

1. Старцева, Луиза Владимировна. Строительная механика в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие / Старцева Луиза Владимировна, Архипов Вячеслав Георгиевич, Семенов Александр Александрович. - Москва : АСВ, 2014 (Чехов : ОАО "Первая Образцовая тип.", фил. "Чеховский Печатный Двор", 2013). - 222 с. : ил. - ISBN 978-5-93093-985-9 : 533-68.
2. Васильков Генрих Васильевич, Буйко Зоя Вадимовна. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений: учебное пособие : рекомендовано Учебно-методическим объединением. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013 -254, [1] с.
3. Справочное пособие по строительной механике [Текст] : в 2 томах. Т. 2 / Верюжский Юрий Васильевич [и др.]. - Москва : АСВ, 2014 (Чехов : ОАО "Первая Образцовая тип.", фил. "Чеховский Печатный Двор", 2014). - 431 с. : черт. - Библиогр.: с. 419 (12 назв.). - ISBN 978-5-4323-0005-8 (Т.1). - ISBN 978-5-4323-0007-2 (Т.2) : 970-33.
4. Дарков, Анатолий Владимирович. Строительная механика [Текст] : учебник / Дарков, Анатолий Владимирович, Шапошников, Николай Николаевич. - 12-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010 (Архангельск : ОАО "Издат.-полиграф. предприятие "Правда Севера", 2008). - 655 с. : ил. - Библиогр.: с. 650 (12 назв.). - ISBN 978-5-8114-0576-3 : 750-20.
5. Андреев, Владимир Игоревич, Паушкин, Александр Глебович, Леонтьев, Андрей Николаевич. Техническая механика: учебник : рек. УМО. - М. : АСВ, 2011 -251 с.: ил.-Библиогр.: с.251 (19 назв.). – ISBN 978-5-93093-867-8 :693-00.

б. Андреев, Владимир Игоревич, Паушкин, Александр Глебович, Леонтьев, Андрей Николаевич. Техническая механика: учебник : рекомендовано Учебно-методическим объединением. - Москва : АСВ, 2013 -251 с.

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

Информационные технологии:

- мультимедийные презентации. Используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программных приложений Microsoft Power Point.
- сбор, хранение, систематизация и выдача учебной информации;
- самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных.

- Применяемое лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Office Word, Microsoft Office Power Point.

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

- <http://podelki-sr.ru/tvorcheskie-zadachi-mastera-po-derevu/118-postroeni-e-perspektivy.html>
- <https://studfiles.net/preview/5532304/page:20/>
- <https://lektsia.com/1x16a.html>
- [https://studopedia.ru/3\\_16024\\_teni-v-aksonometricheskih-proektsiyah.html](https://studopedia.ru/3_16024_teni-v-aksonometricheskih-proektsiyah.html)
- [https://ngeo.fxyz.ru/перспектива/тени\\_в\\_перспективе/](https://ngeo.fxyz.ru/перспектива/тени_в_перспективе/)
- <https://lektsia.com/1x163.html>
- <https://studfiles.net/preview/1762773/page:3/>
- <http://oplib.ru/random/view/133620>

- Информационные справочные системы

Обучающиеся могут при необходимости использовать возможности информационно-справочных систем, электронных библиотек и архивов.

Адрес электронного каталога электронно-библиотечной системы ВГТУ: <http://catalog2.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2/>

Другие электронной информационно-образовательной ресурсы доступны по ссылкам на сайте ВГТУ-см. раздел Электронные образовательные информационные ресурсы. В их числе: библиотечные серверы в Интернет, серверы науки и образования, периодика в интернет, словари и энциклопедии.

- Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

- Электронно-библиотечная система «Elibrary» <http://elibrary.ru>

- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://www.diss.rsl.ru>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>

- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>

- Национальная Электронная Библиотека <https://нэб.рф>
- Программные комплексы по МКЭ «ЛИРА», «STARK-ES»

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

Для реализации программы предусмотрены учебные аудитории (см. справку о материально-техническом обеспечении ОПОП ВО), обеспечивающие проведение лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Аудитории оснащены современными компьютерными средствами с техническими возможностями для демонстрации изобразительного материала и мультимедийных презентаций. В качестве дополнительного материала используются учебно-наглядные пособия (тематические иллюстрации).

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду организации.

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

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

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются профессионально важные теоретические вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе. Изложение содержания сопровождается презентацией, графической работой на доске, демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов.

Практические занятия направлены на приобретение навыков решения стандартных задач и практически важных задач по направлению обучения. Студенты учатся выполнять и анализировать расчетные схемы конструкций, делать заключение об их пригодности для строительства, выбирать метод расчета и осуществлять решение. Решения оформляются по индивидуальным заданиям в отдельной тетради.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Ведение конспекта лекций должно сопровождаться графическими построениями, раскрывающими основные положения и методы курса. Формат тетради А4. Заголовки тем и разделов должны быть выделены, чертежи и схемы выполнены карандашом с использованием чертежных инструментов. Новые термины и определения следует давать с пояснениями, общепринятыми сокращениями или аббревиатурой, которые позволяют сократить запись. Пропущенные лекции должны быть переписаны. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на

	консультации или практическом занятии.
Практическое занятие	На практических занятиях контролируется фронтальное решение стандартных и практически важных задач строительной механики: количественный и структурный анализ расчетной схемы, выбор метода дальнейшего решения и отработка порядка выполнения решения. На каждом этапе решения выполняются проверки.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает решение стандартных и практически важных задач по основным темам курса по индивидуальным заданиям, что требует работу с конспектом лекций, учебно-методической литературой в библиотеке, средствами вычислений.
Подготовка к промежуточной аттестации	При подготовке к зачёту, экзамену необходимо опираться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, отработанные методы решения задач стандартных задач и приобретенные навыки выполнения практически важных задач.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учётом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство.

**Руководитель образовательной программы**

Зав. кафедрой Автомобильных дорог \_\_\_\_\_ / Т.В. Каратаева /

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией филиала  
 Протокол № 1 от « 30 » августа 2019 года

Председатель: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ / Л.И. Матвеева /