

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**
Декан строительного факультета
Панфилов Д.В.
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Строительная механика»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Промышленное и гражданское строительство

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы  / Варнавский В.С. /

**Заведующий кафедрой
Строительной механики**  / Козлов В.А. /

Руководитель ОПОП  / Понявина Н.А. /

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Строительная механика» является для студентов строительных специальностей одной из основных базовых дисциплин, имеет своей целью дать современному специалисту необходимые знания, а также приобрести навыки в области анализа работы и расчета конструкций и их отдельных элементов, выполненных из различных материалов, на прочность, жесткость и устойчивость при различных воздействиях с использованием современного вычислительного аппарата.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Дать будущему специалисту необходимые знания, умения и навыки по следующим направлениям:

- методы расчёта статически определимых и неопределимых стержневых систем и их элементов из различных материалов на различные воздействия с определением усилий и перемещений;
- анализ работы и расчет строительных конструкций с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Строительная механика» относится к дисциплинам вариативной части 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 автоматизированного проектирования

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать фундаментальные основы строительной механики, методы расчета статически определимых и неопределимых стержневых систем и их элементов из различных материалов на различные воздействия, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования; знать методику применения приборов и

	оборудования, необходимых при выполнении инженерных изысканий строительных конструкций.
	Уметь определять усилия и перемещения в статически определимых и неопределимых стержневых системах, анализировать устойчивость стержневых систем, в том числе используя современную вычислительную технику; применять приборы и оборудование при выполнении инженерных изысканий строительных конструкций.
	Владеть первичными навыками и основными методами решения стандартных задач, расчета усилий, перемещений и устойчивости стержневых систем, проведения кинематического анализа расчетной схемы сооружения;
ПК-4	Знать методы сбора и оценки научно-технической информации в отечественном и зарубежном опыте по тематике прочностных расчётов строительных конструкций
	Уметь проводить маркетинг научно-технической информации в отечественном и зарубежном опыте по тематике прочностных расчётов строительных конструкций
	Владеть навыками использования современной научно-технической информации при проведении прочностных расчётов строительных конструкций

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
Аудиторные занятия (всего)	90	54	36
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	54	36	18
Самостоятельная работа	54	18	36

Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	180 5	72 2	108 3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	24	12	12
В том числе:			
Лекции	10	6	4
Практические занятия (ПЗ)	14	6	8
Самостоятельная работа	143	56	87
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	180 5	72 2	108 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 и воздействий. Кинематический и структурный анализ.	Классификация элементов сооружений (массивы, стержни, пластинки, оболочки); воздействий (силовые, кинематические, температурные). Классификация расчетных схем по структуре (балки, фермы, рамы, арки, комбинированные системы); по статическим признакам (статические определяемые и неопределяемые, статически противоречивые); по кинематическим свойствам (геометрически изменяемые и неизменяемые, мгновенно изменяемые). 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	2	8
2	Расчёт статически определимых стержневых систем	Определение усилий в многопролётных шарнирных балках, ферм, рам, арках. Порядок расчета многопролетной шарнирной балки, понятие о монтажной (поэтажной) 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	4	6	6	16

		понятий внутренних усилий и способы построения эпюр в рамках. Проверки. Типы арок, очертание осей. Вывод формул для определения усилий трехшарнирной арки при расчете на вертикальную нагрузку. Рациональная ось.				
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	4	4	12
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: нагрузки, смещения связей и изменения температуры. Правило Верещагина для вычисления интегралов Мора. Примеры перемножения эпюр по правилу Верещагина.	4	6	6	16
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). Учет симметрии. Рациональный выбор основной системы для расчёта неразрезной балки. Уравнение трёх моментов. Понятие об огибающих (огibaющих) эпюрах.	4	6	6	16
6	Расчет статически неопределимых	Заданная система. Основная система, способы её образования.	4	6	6	16

	систем методом перемещений.	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. Особенности расчета рам с бесконечно жесткими элементами. Учет симметрии.				
7	Смешанный метод расчёта	Смешанный метод расчета для систем произвольной структуры. 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.	4	6	6	16
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.	4	6	6	16
9	Основные положения матричных методов расчета.	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.	2	6	6	14
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. Использование локальных и	2	6	6	14

		глобальной систем координат. Основные типы конечных элементов (КЭ) и их применение: КЭ для стержня, плоской задачи, КЭ для изгиба плит и др. Вопрос сходимости и источники погрешностей МКЭ.				
Итого			36	54	54	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Классификация расчётных схем и воздействий. Кинематический и структурный анализ.	Классификация элементов сооружений (массивы, стержни, пластинки, оболочки); воздействий (силовые, кинематические, температурные). Классификация расчетных схем по структуре (балки, фермы, рамы, арки, комбинированные системы); по статическим признакам (статические определяемые и неопределяемые, статически противоречивые); по кинематическим свойствам (геометрически изменяемые и неизменяемые, мгновенно изменяемые). 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.	1	1	14	16
2	Расчёт статически определимых стержневых систем	Определение усилий в многопролётных шарнирных балках, ферм, рам, арках. Порядок расчета многопролетной шарнирной балки, понятие о монтажной (поэтажной) 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	1	2	14	17

		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.				
3	Теория линий влияния. Основы расчета на временную нагрузку.	Принцип суперпозиции в линейных системах. Понятие о линии влияния. Построение линий влияния 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.	1	1	14	16
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: нагрузки, смещения связей и изменения температуры. Правило Верещагина для вычисления интегралов Мора. Примеры перемножения эпюр по правилу Верещагина.	1	2	14	17
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 объемлющих (огигающих) эпюрах.	1	2	14	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. Особенности расчета рам с бесконечно жесткими элементами. Учет симметрии.	1	2	14	17
7	Смешанный метод расчёта	Смешанный метод расчета для систем произвольной структуры. 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.	1	1	14	16
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.	1	1	14	16
9	Основные положения матричных методов расчета.	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.	1	1	16	18
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	1	1	15	17

		основных зависимостей в матричной форме. Использование локальных и глобальной систем координат. Основные типы конечных элементов (КЭ) и их применение: КЭ для стержня, плоской задачи, КЭ для изгиба плит и др. Вопрос сходимости и источники погрешностей МКЭ.				
Итого			10	14	143	167

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 фундаментальные основы строительной механики, методы расчета статически определимых и неопределимых стержневых систем и их элементов из различных материалов на различные воздействия, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования; знать требуемые параметры проектируемого объекта	Посещение и работа на лекционных занятиях	Посещено более 50%, наличие конспекта	Посещено менее 50%, отсутствует конспект
	Уметь применять требования нормативных технических документов для подготовки технического задания на разработку раздела проектной документации; выбирать технические данные для обоснованного принятия решений по проектированию зданий и сооружений; разрабатывать техническое задание на создание раздела проектной документации	Посещение и работа на практических занятиях	Посещено более 50%, решено более 50% из текущих тестовых задач	Посещено менее 50%, тестовые задачи не решены

	Владеть знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования; владеть справочной и нормативной документацией по разработке раздела проектной документации; владеть способами обработки результатов инженерно-технического обследования конструкций, а также зданий и сооружений окружающей застройки	Решение прикладных задач в виде выполнения расчетно-графических заданий (РГЗ)	Выполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	Знать нормативные правовые акты Российской Федерации, нормативные технические и руководящие документы, относящиеся к сфере проведения лабораторных испытаний для прочностных расчётов строительных конструкций	Посещение и работа на лекционных занятиях	Посещено более 50%, наличие конспекта	Посещено менее 50%, отсутствует конспект
	Уметь применять методы и практические приемы выполнения лабораторных испытаний для выявления и оценки прочностных и жесткостных свойств и качеств конструкций при проектировании объектов промышленного и гражданского назначения	Посещение и работа на практических занятиях	Посещено более 50%, решено более 50% из текущих тестовых задач	Посещено менее 50%, тестовые задачи не решены
	Владеть критериями анализа результатов лабораторных испытаний в соответствии с выбранной методикой при прочностном проектировании объектов промышленного и гражданского назначения	Решение прикладных задач в виде выполнения расчетно-графических заданий (РГЗ)	Выполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестре для очной формы обучения, 6, 7 семестре для заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе.

Зачет:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	Знать фундаментальные основы строительной механики, методы расчета статически определимых и неопределимых стержневых систем и их элементов из различных материалов на различные воздействия, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования; знать методику применения приборов и оборудования, необходимых при выполнении инженерных изысканий строительных конструкций.	Теоретические вопросы при проведении зачета	Верных ответов 60-100%	Верных ответов менее 60%
	Уметь определять усилия и перемещения в статически определимых и неопределимых стержневых системах, анализировать устойчивость стержневых систем, в том числе используя современную вычислительную технику; применять приборы и оборудование при выполнении инженерных изысканий строительных конструкций.	Решение стандартных задач по индивидуальным вариантам на практических занятиях	Решены задачи по всем пройденным темам	Имеются темы, по которым задачи не решены
	Владеть первичными навыками и основными методами решения стандартных задач, расчета усилий, перемещений и устойчивости стержневых систем, проведения кинематического анализа расчетной схемы сооружения;	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено, допущенные в ходе решения ошибки исправлены	РГЗ не выполнено или выполнено неверно
ПК-4	Знать методы сбора и оценки научно-технической информации в отечественном и зарубежном опыте по тематике прочностных расчётов строительных конструкций	Теоретические вопросы при проведении зачета	Верных ответов 60-100%	Верных ответов менее 60%
	Уметь проводить маркетинг научно-технической информации в отечественном и зарубежном опыте по тематике прочностных расчётов строительных	Решение стандартных задач по индивидуальным вариантам на практических занятиях	Решены задачи по всем пройденным темам	Имеются темы, по которым задачи не решены

	конструкций			
	Владеть навыками использования современной научно-технической информации при проведении прочностных расчётов строительных конструкций	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено, допущенные в ходе решения ошибки исправлены	РГЗ не выполнено или выполнено неверно

Экзамен:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	отлично	хорошо	удовл.	неудовл.
ПК-2	Знать фундаментальные основы строительной механики, методы расчета статически определимых и неопределимых стержневых систем и их элементов из различных материалов на различные воздействия, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования; знать методику применения приборов и оборудования, необходимых при выполнении инженерных изысканий строительных конструкций.	Теоретич. вопросы в экзаменац. билете	верные ответы на 2 вопроса в экзаменац. билете, ответы на дополнительные краткие вопросы	верные ответы на 2 вопроса в экзаменац. билете	верные ответы на 1 вопрос в экзаменац. билете	Неверные ответы на 2 вопроса в экзаменац. билете
	Уметь определять усилия и перемещения в статически определимых и неопределимых стержневых системах, анализировать устойчивость стержневых систем, в том числе используя современную вычислительную технику; применять приборы и оборудование при выполнении инженерных изысканий строительных конструкций.	Решение стандартных практических задач из экзаменац. билета	Решено 5 стандартных задач из 5	Решено 4 стандартных задач из 5	Решено 3 стандартных задач из 5	Решено менее 3 задач из 5
	Владеть первичными навыками и основными методами решения стандартных задач, расчета усилий, перемещений и устойчивости стержневых систем, проведения кинематического анализа расчетной схемы сооружения;	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено в срок, в полном объеме, получены верные ответы	РГЗ выполнено в срок, неточности в ходе решения или ответах	РГЗ выполнено не в срок, ошибки в ходе решения и ответах исправлены	РГЗ выполнено неверно
ПК-4	Знать методы сбора и оценки научно-технической информации в отечественном	Теоретич. вопросы в экзаменац.	3 верных ответа из 3	2 верных ответа из 3	1 верный ответ из 3	0 верных ответов из 3

	и зарубежном опыте по тематике прочностных расчётов строительных конструкций	билете				
	Уметь проводить маркетинг научно-технической информации в отечественном и зарубежном опыте по тематике прочностных расчётов строительных конструкций	Решение стандартных практических задач из экзаменац. билета	Решено 5 стандартных задач из 5	Решено 4 стандартных задач из 5	Решено 3 стандартных задач из 5	Решено менее 3 задач из 5
	Владеть навыками использования современной научно-технической информации при проведении прочностных расчётов строительных конструкций	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено в срок, в полном объеме, получены верные ответы	РГЗ выполнено в срок, неточности в ходе решения или ответах	РГЗ выполнено не в срок, ошибки в ходе решения и ответах исправлены	РГЗ выполнено неверно

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

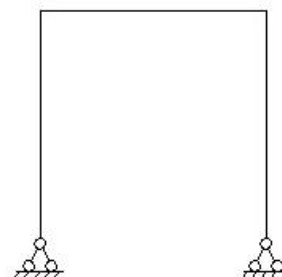
7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Тестирование на знание теоретического материала проводится во время зачета и экзамена по вопросам, приведенным в п.п. 7.2.4, 7.2.5.

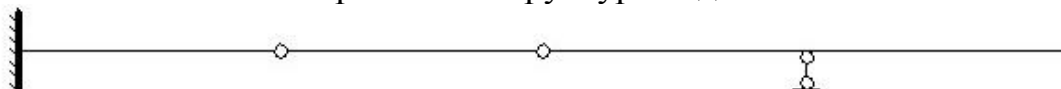
7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определите число избыточных связей стержневой системы

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

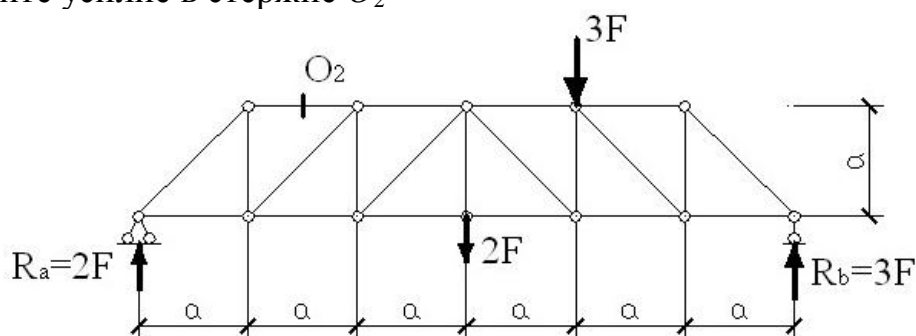


2. Выполните анализ геометрической структуры и дайте заключение



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

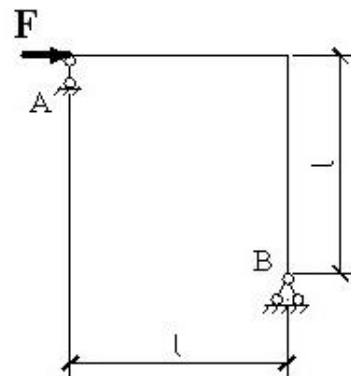
3. Определите усилие в стержне O_2



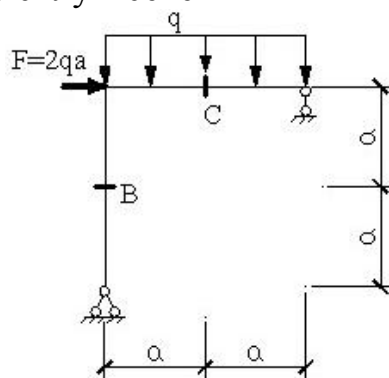
- 1) 0; 2) $-F$; 3) $-2F$; 4) $1.5F$; 5) $2F$

4. Определите реакцию опоры A

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

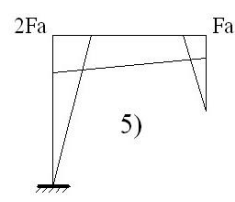
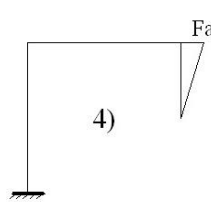
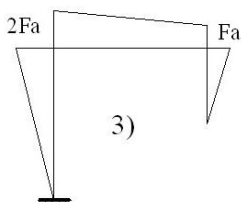
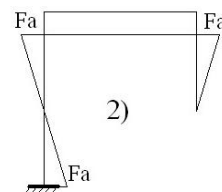
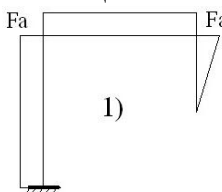
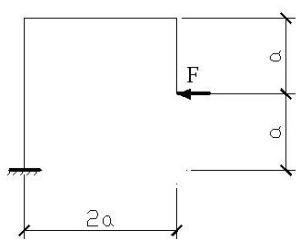


5. Определите поперечную силу в сечении B

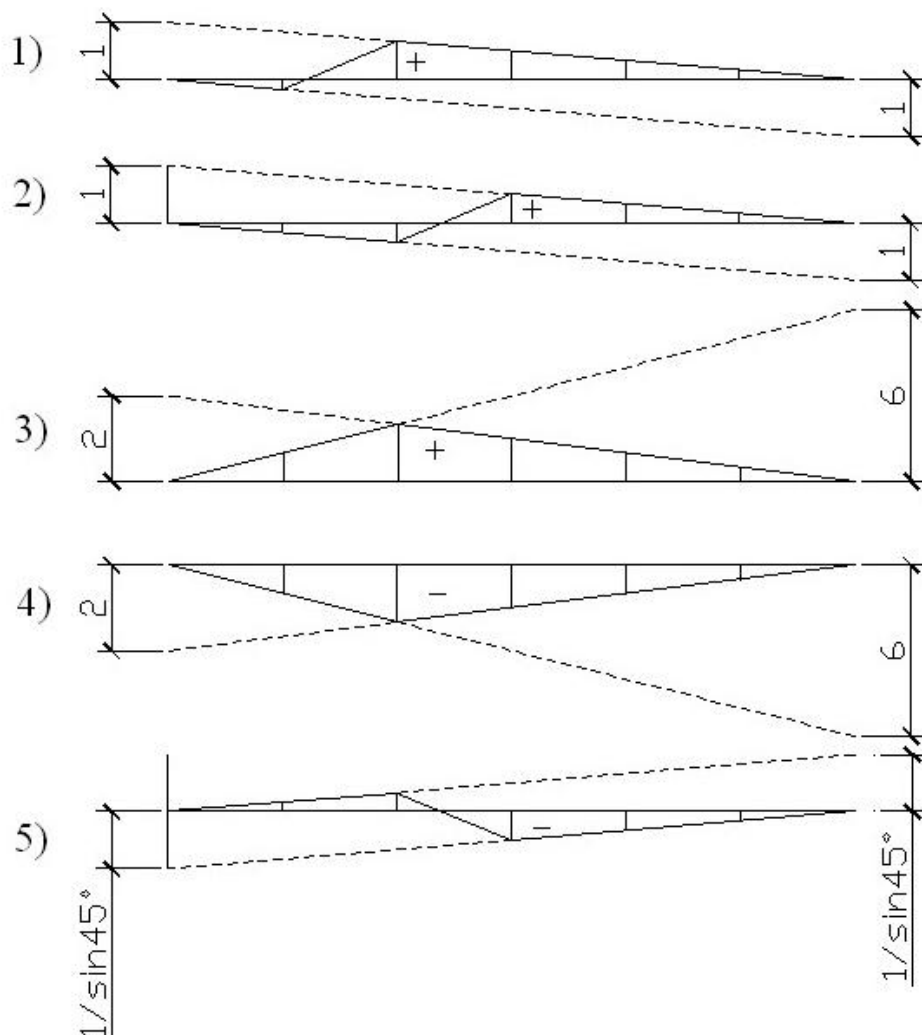
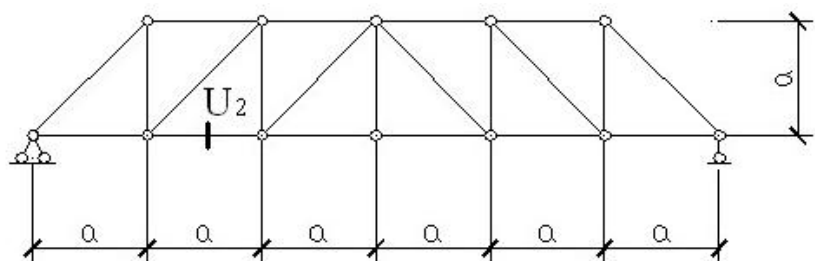


- 1) qa ; 2) $3qa$; 3) $0.5qa$; 4) $1.5qa$; 5) $2qa$

6. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



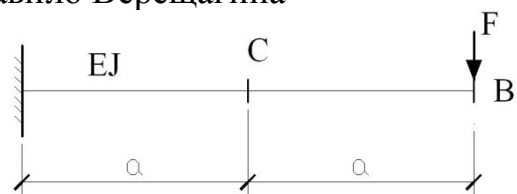
7. Укажите правильное очертание линии влияния усилия в стержне U_2



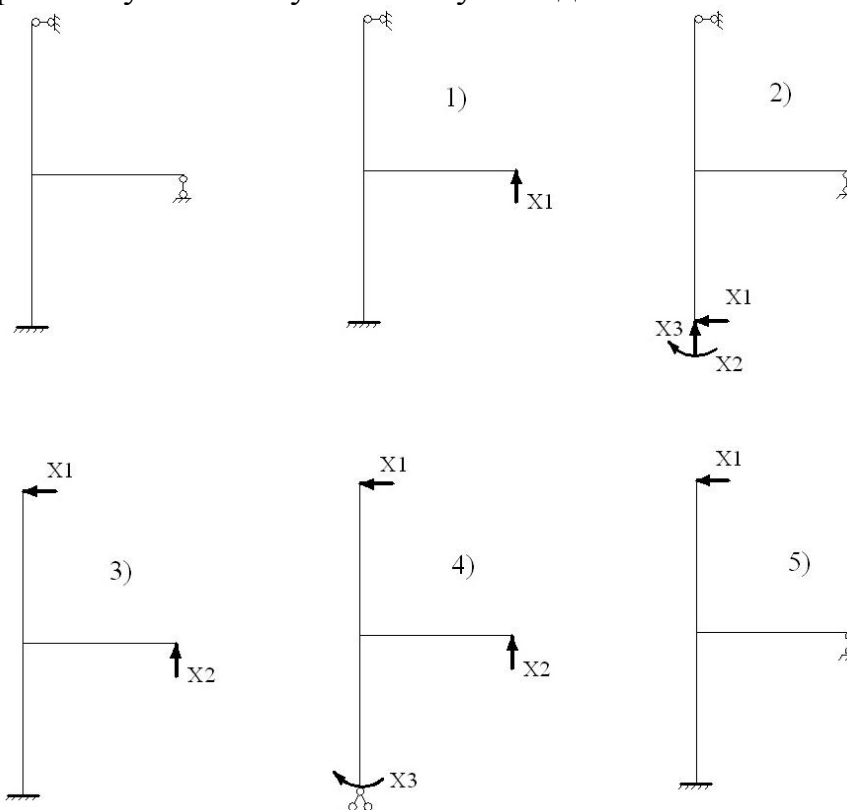
8. Определите угол поворота сечения C , используя правило Верещагина

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

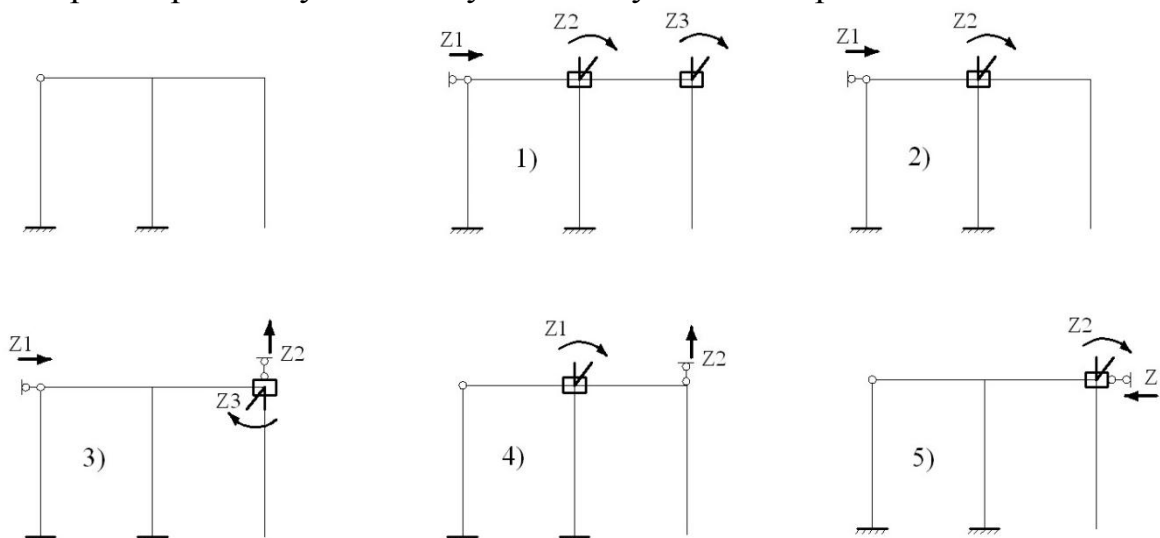
$$\frac{3Fa^2}{4EI}$$



9. Выберите правильную основную систему метода сил



10. Выберите правильную основную систему метода перемещений



7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

5-й семестр /6-й семестр

РГЗ № 1 «Расчет статически определимой плоской фермы »

РГЗ № 2 «Расчет статически определимой плоской рамы».

РГЗ № 3 «Расчет статически неопределимой плоской рамы методом сил».

6-й семестр/7-й семестр

РГЗ №4 «Расчет неразрезной балки».

РГЗ № 5 «Расчет статически неопределимой плоской рамы методом

перемещений».

РГЗ № 6 «Расчет устойчивости рамы методом перемещений».

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Понятие о расчётной схеме конструкции. Модели материала, формы, связей и нагрузок. Типы опорных связей. Основные допущения статике стержневых систем. Классификация расчётных схем.

2. Кинематический анализ плоских стержневых систем. Связь между статическими и кинематическими свойствами расчётных схем. Определение числа степеней свободы и числа избыточных связей расчётной схемы. Понятия: диска, узла, стержня, простого и кратного шарниров. Фиктивный шарнир. Структурный анализ. Признаки образования геометрически неизменяемых систем.

3. Определение усилий в многопролётных шарнирных балках (МШБ) от постоянных нагрузок. Кинематический анализ. Монтажная схема. Определение опорных реакций и построение эпюр усилий.

4. Понятие о ферме. Классификация ферм. Обозначения элементов ферм. Кинематический анализ. Определение опорных реакций. Аналитические методы определения усилий в стержнях плоских статически определимых ферм. Признаки выделения «нулевых» стержней.

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. Отличия линий влияния при езде понизу и поверху.

7. Определение усилий по линиям влияния от различных нагрузок: от сосредоточенной силы; от группы сил; от распределённой нагрузки; от сосредоточенного момента. Определение экстремальных значений усилий по линиям влияния от подвижных и временных нагрузок.

8. Определение усилий в плоских статически определимых рамах. Классификация рам. Кинематический анализ. Обобщение понятий M , Q , N , правило знаков. Определение опорных реакций. Построение эпюр усилий и их статические проверки. Использование симметрии при расчёте рам.

9. Понятие арки, распора. Классификация арок. Определение усилий в трёхшарнирной арке. Сопоставление с балкой. Определение опорных реакций и построение эпюр усилий. Понятие о рациональном очертании оси 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. Универсальное обозначение 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.

12. Определение усилий в плоских статически неопределимых

стержневых системах методом сил. Кинематический анализ, определение числа избыточных связей. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил и их смысл. Определение коэффициентов и свободных членов и их проверки. Построение окончательных эпюр усилий и их проверки.

13. Особенности расчёта рам методом сил на изменение температуры и смещения опорных связей. Учёт симметрии. Группировки неизвестных при выборе рациональных основных систем метода сил. Теорема Уманского.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Определение усилий в плоских статически неопределимых стержневых системах методом перемещений. Кинематический анализ, определение степени кинематической неопределимости. Основная система. Канонические уравнения метода перемещений и их смысл. Определение коэффициентов и свободных членов. Построение окончательных эпюр усилий и их проверки.
2. Учёт симметрии при расчёте рам методом перемещений. Расчёт рам с бесконечно жёсткими элементами. Комбинированный метод расчёта симметричных рам.
3. 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.
4. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений смешанного метода и их проверки. Построение окончательных эпюр усилий и их проверки.
5. 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. Определение усилий в неразрезных балках от осадки опор.
6. 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.
7. Определение усилий в плоских рамах с использованием деформированной расчетной схемы методом перемещений. Основные допущения. Пример расчёта сжато-изогнутого стержня. Понятие о устойчивости первого и второго рода.
8. Расчёт плоских рам на устойчивость методом перемещений. Основные допущения. Учёт симметрии при расчётах рам на устойчивость.
9. Топология стержневой конструкции. Представление геометрической и физической информации для элементов. Матричные формы записей уравнений равновесия, совместности деформаций и физических соотношений.
10. 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

При проведении зачета или экзамена, если в течение семестра студент решил стандартные задачи или выполнил РГЗ по всем пройденным темам, то проводится устный опрос. Если имеются темы, по которым стандартные задачи по индивидуальным вариантам не решены и не выполнены РГЗ, то задачи по этим темам решаются до устного опроса.

Для получения оценки «зачтено» у студента должно быть не менее 60% верных ответов на теоретические вопросы.

При проведении экзамена студент отвечает на два теоретических из билета. Примерный перечень вопросов дан в п.7.2.5. Оценка выставляется по следующим критериям:

1. Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, если студент дал неверные ответы на 2 вопроса в экзаменационном билете.

2. Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если студент дал верные ответы на 1 вопрос в экзаменационном билете.

3. Оценка «хорошо» ставится в случае, если студент дал верные ответы на 2 вопроса в экзаменационном билете.

4. Оценка «отлично» ставится в случае, если студент дал верные ответы на 2 вопроса в экзаменационном билете и ответы на дополнительные краткие вопросы.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Классификация расчётных схем и воздействий. Кинематический и структурный анализ.	ПК-2, ПК-4	Теоретические вопросы на зачёте; стандартные задачи на практических занятиях и на зачёте, РГЗ
2	Расчёт статически определимых стержневых систем	ПК-2, ПК-4	Теоретические вопросы на зачёте; стандартные задачи на практических занятиях и на зачёте, РГЗ
3	Теория линий влияния. Основы расчета на временную нагрузку.	ПК-2, ПК-4	Теоретические вопросы на зачёте; стандартные задачи на практических занятиях и на зачёте, РГЗ
4	Общие теоремы об упругих системах. Определение перемещений.	ПК-2, ПК-4	Теоретические вопросы на зачёте; стандартные задачи на практических занятиях и на

			зачёте, РГЗ
5	Расчет статически неопределимых систем методом сил.	ПК-2, ПК-4	Теоретические вопросы на зачёте; стандартные задачи на практических занятиях и на зачёте, РГЗ
6	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.	ПК-2, ПК-4	Теоретические вопросы на экзамене; стандартные задачи на практических занятиях и на экзамене, РГЗ
7	Смешанный метод расчёта	ПК-2, ПК-4	Теоретические вопросы на экзамене; стандартные задачи на практических занятиях и на экзамене, РГЗ
8	Расчёт стержневых систем на устойчивость.	ПК-2, ПК-4	Теоретические вопросы на экзамене; стандартные задачи на практических занятиях и на экзамене, РГЗ
9	Основные положения матричных методов расчета.	ПК-2, ПК-4	Теоретические вопросы на экзамене; стандартные задачи на практических занятиях и на экзамене, РГЗ
10	Основы расчета упругих систем методом конечных элементов (МКЭ).	ПК-2, ПК-4	Теоретические вопросы на экзамене; стандартные задачи на практических занятиях и на экзамене, РГЗ

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

Решение стандартных задач проводится в аудитории на практических занятиях в рамках самостоятельной работы под контролем преподавателя в виде решения индивидуальных тестовых задач по пройденным темам разделов теоретической механики (статика, кинематика, динамика). На решение задачи отводится 15 – 20 минут, при верном ответе студенту выставляется «зачет» по данной теме.

Решение расчетно-графических заданий выполняется студентами самостоятельно по индивидуальным вариантам, выдаваемым преподавателем. При сдаче РГЗ обучающийся «защищает» работу, решая в присутствии преподавателя короткие тестовые задачи и отвечая на теоретические вопросы по данной теме.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Шапошников, Н. Н. Строительная механика : учебник / Н. Н. Шапошников, Р. Х. Кристалинский, А. В. Дарков. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 692 с. — ISBN 978-5-8114-0576-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169156>
2. Коновалов, А. Ю. Строительная механика : учебное пособие / А. Ю. Коновалов. — Архангельск : САФУ, 2019. — 178 с. — ISBN 978-5-261-01392-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161892>
3. Васильков, Г. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений : учебное пособие / Г. В. Васильков, З. В. Буйко. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1334-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168495>
4. Тихий, И. И. Основы строительной механики : учебно-методическое пособие / И. И. Тихий, Л. А. Адамова. — Иркутск : ИрГУПС, 2019. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157945>
5. Кузьмин, Л.Ю. Строительная механика : учебное пособие / Л.Ю. Кузьмин, В.Н. Сергиенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2016; - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76273>
6. Федоров, Ю. А. Строительная механика и металлические конструкции : Учебное пособие / Федоров Ю. А. - Иваново : Ивановский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 196 с. - ISBN 978-5-88015-261-2. URL: <http://www.iprbookshop.ru/20547>
7. Строительная механика. Расчёт статически определимых многопролётных балок (пример расчета) : Учебно-методическое пособие для студентов по направлению подготовки 270800.62 «Строительство» (профиль «Промышленное и гражданское строительство») / Кидакоев А. М. - Черкесск : Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2014. - 25 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/27237>
8. Строительная механика : учебное пособие / А.Г. Юрьев [и др.].. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2018. — 237 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL:

<https://www.iprbookshop.ru/92296.html>

9. Строительная механика : Методические указания / сост. О. В. Голых. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 28 с.
URL: <http://www.iprbookshop.ru/19041>
10. Иванов, С. П. Строительная механика : Лабораторный практикум /Иванов С. П. - Йошкар-Ола : Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2010. - 92 с.
URL: <http://www.iprbookshop.ru/22598>
- 11..Строительная механика : Контрольные задания и методические указания к их выполнению / сост.: С. П. Иванов, О. Г. Иванов. - Йошкар-Ола : Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2011. 124с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/22597>

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:

1. Microsoft Office Word 2013/2007
2. Microsoft Office Excel 2013/2007
3. Microsoft Office Power Point 2013/2007
4. Microsoft Office Outlook 2013/2007
5. Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic (многопользовательская лицензия)
6. Maple v18
7. ABBYY FineReader 9.0
8. Acrobat Professional 11.0 MLP
9. Adobe connect
10. Microsoft Win SL 8.1 Russian Academic OPEN 1 License NP LEVEL Legalization GET Genuine
11. Лира 9.6 PRO
12. Мономах 4.5 PRO
13. САПФИР 1.3. Программный комплекс "ЛИРА 10", версия 8
14. Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
16. AutoCAD
17. 3ds Max
18. Revit
19. BIM 360 Build
20. Autodesk Civil 3D
21. "ЛИРА-САПР 2016 PRO"
22. nanoCad Plus версия 8.0 локальная
23. nanoCAD ОПС версия 8.0 сетевая
24. 7zip
25. Компьютерная программа «СтройКонсультант»
26. <http://www.stroitel.club/>
27. <http://stroitelnii-portal.ru/>
28. <http://www.edu.ru/>
29. Образовательный портал ВГТУ
30. <http://window.edu.ru>
31. <https://wiki.cchgeu.ru/>
32. LibreOffice
33. <http://www.edu.ru/>
34. Образовательный портал ВГТУ
35. <https://картанауки.рф/>;
36. <http://tehne.com/node/5728>
37. http://retrolib.narod.ru/book_e1.html
PDF24 Creator

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 2325 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 140 человек	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)
Ауд. 2119 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 27 человек	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)
Ауд. 2247 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 60 человек Проектор Samsung Экран с электроприводом Elite Screens T1133UWS1	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)
Ауд. 2305 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 30 человек	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)

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

По дисциплине «Строительная механика» читаются лекции, проводятся практические занятия, в объемах часов самостоятельной работы выполняются расчетно-графические задания.

В качестве основной используется традиционная технология изучения материала, предполагающая живое общение преподавателя и студента на лекционных и практических занятиях.

В процессе самостоятельной работы студент закрепляет полученные знания и навыки, выполняя домашние задания по каждой теме модуля. Изучение предмета сопровождается выполнением соответствующего расчетно-графического задания (РГЗ). При защите выполненного РГЗ студент должен продемонстрировать как знание теоретических вопросов данного блока, так и навыки решения соответствующих задач. Выполнение самостоятельных работ и защита РГЗ являются формой текущего контроля знаний по данному разделу.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета статического и динамического расчета конструкций и их элементов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

В качестве промежуточного контроля знаний по курсу строительной механики в 6-м семестрах для очной формы обучения 7-м для заочной предусмотрен экзамен по билетам, содержащим стандартные задачи и теоретические вопросы по изученным разделам пройденного курса.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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 лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме,

	выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.