

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.13	Сопротивление материалов

Код направления подготовки	15.03.03
Направление подготовки	Прикладная механика
Наименование ОПОП (профиль)	Математическое и компьютерное моделирование механических систем и процессов
Год начала подготовки	2013
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
Доцент кафедры Сопротивления материалов	к.т.н., доцент		А.Я. Астахова
Доцент кафедры Сопротивления материалов	к.т.н.		Е.В. Барменкова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сопротивления материалов:

должность	подпись		ученая степень и звание, ФИО	
Зав. кафедрой Сопротивления материалов			д.т.н., профессор, В.И. Андреев	
Год обновления	2014	2015	2016	
Номер протокола	№ 12	№ 1		
Дата заседания кафедры	2.07.2014	31.08.15		

Рабочая программа утверждена и согласована:

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	Председатель	Леонтьев А.Н.		
НТБ	Директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП	Начальник	Беспалов А.Е.		

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Соппротивление материалов» является подготовка будущего бакалавра к решению задач сопротивления материалов и строительной механики.

Задачи дисциплины – дать студенту фундаментальные знания о напряженно-деформированном состоянии стержней и стержневых систем под действием различных нагрузок, необходимые представления о работе конструкций, расчетных схемах, задачах расчета стержневых систем на прочность, жесткость и устойчивость. Соппротивление материалов является основной специальной дисциплиной, на которой базируется изучение других разделов механики деформируемого твердого тела. Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
умением использовать нормативные документы в своей деятельности.	ОПК-8	Имеет навыки работы с применением нормативной документации (СНиПы, ГОСТы).	Н1
		Умеет выбирать прочностные и жесткостные характеристики, коэффициенты и предельные значения, соответствующие исходным данным и методам расчета.	У1
способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.	ПК-1	Знает, как элементы реальной конструкции заменить расчетными схемами, подобная постановка задач приближает студента к реальным условиям работы, задает мотивацию и интерес к учебной и профессиональной деятельности.	32
		Умеет элементы реальной конструкции заменять расчетными схемами, решает поставленные задачи с использованием изученных в курсе дисциплины методов.	У2
способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.	ПК-2	Знает соответствующий математический аппарат, а также законы и формулы, изучаемые в курсе сопротивления материалов, с целью проверки прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкций.	33
		Умеет проводить лабораторные практикумы с использованием экспериментальных методов исследования.	У3
		Имеет навыки владения методами определения внутренних усилий, напряжений, деформаций, перемещений, размеров поперечных сечений стержней, проверки прочности, жесткости, устойчивости в практических задачах.	Н3
способностью составлять описания выполненных научно-исследовательских работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей	ПК-5	Умеет представить выполненные задачи в виде работ с текстовой частью, включая описание исходных данных, ход решения и анализ полученных результатов, а также с графической частью, представленной расчетной схемой, эпюрами и другим содержанием.	У4

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
и другой научно-технической документации.			

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к базовой части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению 15.03.03 «Прикладная механика» и является обязательной к изучению.

Курс «Сопротивление материалов» базируется на дисциплинах:

«Физика», «Безопасность жизнедеятельности», разделах дисциплин: «Теоретическая механика». «Высшая математика»,

Требования к входным знаниям, умениям студентов.

Для освоения курса «Сопротивление материалов» студент должен:

Знать: фундаментальные основы высшей математики, современные средства вычислительной техники, основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической физики.

Уметь: самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе; работать на персональном компьютере, пользоваться основными офисными приложениями, применять полученные знания по физике и теоретической механике при изучении курса «Сопротивление материалов».

Владеть: первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета, современной научной литературой, навыками ведения физического эксперимента.

Дисциплины, для которых дисциплина «Сопротивления материалов» является предшествующей:

- «Строительная механика»,
- «Основы теории термоупругости»,
- «Теория пластичности и ползучести»,
- «Теория пластин и оболочек»,
- «Современные строительные конструкции и основы их проектирования»,
- «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела»,
- «Механика бетона»,
- «Основы механики композитов»,
- «Вариационные и численные методы строительной механики»,
- «Динамика сооружений»,
- «Колебания плоских строительных конструкций»,
- «Основы динамики и прочности машин».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов.
(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Контактная работа с обучающимися							
				Лекции	Практико-ориентированные занятия			КСР			
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР				
1	Основные понятия. Центральное растяжение и сжатие стержней. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.	3	1-8	16		14		9	34	Защита РГР 1, 2 в форме модуля №1 (5-9 недели).	
2	Внутренние усилия и напряжения при изгибе стержней. Кручение стержней. Аналитические методы определения перемещений.	3	9-18	20		22		9	56	Защита РГР 3, 4 в форме модуля №2 (13-17 недели).	
	Итого:	3	18	36		36		18	90	Зачет	
3	Определение перемещений при прямом изгибе. Расчет балки на упругом основании. Определение механических и прочностных характеристик при кручении, растяжении. Определение напряжений при прямом изгибе.	4	1-6	6	10	6		11	10	Защита РГР 5 и лаб. раб. 1-5 в форме модуля №3 (5-7 недели).	
4	Сложное сопротивление. Продольный и продольно-поперечный изгиб стержней. Динамическое действие нагрузок.	4	6-16	10	6	10		16	23	Защита РГР 7, 8 и лаб. раб. 6-8 в форме модуля №4 (9-15 недели).	
	Итого:	4	16	16	16	16		27	33	Экзамен	
	ИТОГО:	3,4	34	52	16	52		45	123	Зачет, экзамен	

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

5.1. Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Основные понятия.	1.1. Основные понятия. Цель курса сопротивление	16

	<p>Центральное растяжение и сжатие стержней. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.</p>	<p>материалов, место курса среди других дисциплин. Краткий исторический обзор. Основные определения. Реальный объект – расчетная схема. Классификация тел по геометрическим параметрам. Классификация внешних сил. Гипотезы о свойствах материала. Опорные устройства. Внутренние силы. Напряжения, нормальное и касательное напряжения, понятие о напряженном состоянии в точке. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня и соответствующие им виды деформаций. Принцип неизменяемости начальных размеров. Принцип независимости действия сил. Принцип Сен-Венана. <i>1.2. Центральное растяжение и сжатие стержней</i> Продольные силы, напряжения в поперечных и на наклонных сечениях. Деформации, закон Гука, перемещения. Экспериментальное определение механических характеристик материалов при центральном растяжении-сжатии. Диаграмма условная и истинная. Механические характеристики материала. Пластические и хрупкие материалы. Закон разгрузки и повторного нагружения. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии. <i>1.3. Напряженное состояние в точке.</i> Напряженное состояние в точке тела. Тензор напряжений. Компоненты вектора полного напряжения на произвольной площадке, проходящей через данную точку. Полное, нормальное и касательное напряжения на этой площадке. Главные площадки и главные напряжения. Определение величины главных напряжений и положений главных площадок. Экстремальные касательные напряжения и площадки их действия. Круговая диаграмма Мора. Классификация напряженных состояний. Анализ двухосного напряженного состояния.</p>	
2	<p>Внутренние усилия и напряжения при изгибе стержней. Кручение стержней. Аналитические методы определения перемещений.</p>	<p><i>2.1. Внутренние усилия в балках и рамах при изгибе.</i> Изгибающий момент и поперечная сила. Прямой поперечный изгиб. Виды изгиба стержня. Внутренние силовые факторы и дифференциальные зависимости при прямом поперечном изгибе. Техника построения эпюр внутренних силовых факторов в балках и рамах. <i>2.2. Напряжения в стержнях при изгибе.</i> Нормальные напряжения при чистом изгибе. Нормальные и касательные напряжения при прямом поперечном изгибе. Расчеты на прочность при изгибе. Потенциальная энергия деформации балки при изгибе. Расчет по несущей способности систем работающих на изгиб. <i>2.3. Напряженно- деформированное состояние при сдвиге и кручении стержня круглого поперечного сечения.</i> Внутренние силовые факторы при кручении. Классификация поперечных сечений стержней. Кручение стержня круглого и кольцевого поперечных сечений. Кручение стержня тонкостенного замкнутого поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость при кручении. Основные понятия кручения тонкостенных стержней. Кручение стержней прямоугольного сечения. <i>2.4. Аналитические методы определения перемещений при изгибе.</i> Вывод дифференциального уравнения изогнутой оси балки второго и четвертого порядка. Метод непосредственного интегрирования, кинематические и статические граничные условия. Получение решения однородного дифференциального уравнения изогнутой оси балки в форме метода</p>	20

		<p>начальных параметров. Построение решения определения функции прогиба для любой балки под любой нагрузкой; использование кинематических и статических граничных условий при решении статически определимых и статически неопределимых задач.</p> <p>Работа внешних сил и потенциальная энергия деформации при изгибе стержней и стержневых систем. Теоремы Бетти и Максвелла. Формула Мора для определения перемещений. Правило перемножения эпюр А.К. Верещагина.</p>	
3	<p>Определение перемещений при прямом изгибе.</p> <p>Расчет балки на упругом основании.</p> <p>Определение механических и прочностных характеристик при кручении, растяжении.</p> <p>Определение напряжений при прямом изгибе.</p>	<p><i>3.1. Расчет статически неопределимых балок.</i> Понятие о расчете статически неопределимых систем методом сил. Выбор основной системы. Определение внутренних усилий в 1 раз статически неопределимой системе.</p> <p><i>3.2. Расчет балки на упругом основании.</i> Понятие об упругом основании. Гипотеза Фусса-Винклера. Дифференциальное уравнение изгиба балки на упругом основании. Расчет бесконечно длинной балки под действием сосредоточенной силы и распределенной нагрузки.</p>	6
4	<p>Сложное сопротивление.</p> <p>Продольный и продольно-поперечный изгиб стержней. Динамическое действие нагрузок.</p>	<p><i>4.1. Сложное напряженное состояние.</i> Сложное сопротивление стержня. Внутренние усилия при сложном сопротивлении. Формулы для нормальных и касательных напряжений. Общий случай сложного сопротивления. Растяжение-сжатие с изгибом.</p> <p><i>4.2. Теории прочности. Расчет стержней при сложном напряженном состоянии.</i> Принципиальная схема построения теорий прочности. Теория наибольших нормальных напряжений. Теория наибольших относительных удлинений. Теория максимальных касательных напряжений. Энергетическая теория прочности. Теория Мора. Сопоставление теорий прочности.</p> <p><i>4.3. Устойчивость сжатых стержней. Продольно-поперечный изгиб.</i> Понятие потери устойчивости для идеального стержня. Критическая сила. Задача Эйлера. Сравнение результатов решения Эйлера с другими решениями. Ценность и недостатки идеальной модели. Пределы применимости формулы Эйлера. Устойчивость сжатых стержней за пределами пропорциональности. Зависимость критических напряжений от гибкости.</p> <p><i>4.4 Динамическое действие нагрузок.</i> Динамические нагрузки, принцип Даламбера, степень свободы в динамике. Уравнение движения системы с одной степенью свободы и его решение. Динамический коэффициент. Механические процессы, сопровождающие удар. Техническая теория удара. Удар по системе без учета массы системы. Удар по системе, масса которой сосредоточена в точке удара. Приведение массы системы в точку удара. Элементы рационального проектирования систем при ударном нагружении.</p> <p><i>4.5. Расчет на прочность при циклически меняющихся во времени напряжениях.</i> Явление усталости. Цикл напряжений и предел выносливости. Диаграммы предельных амплитуд и определение запасов прочности деталей из различных материалов при чистом сдвиге и одноосном напряженном состоянии. Определение запаса усталостной прочности при сложном напряженном состоянии.</p>	10

5.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лабораторной работы	Кол-во акад. часов
1	<p>Определение перемещений при прямом изгибе.</p> <p>Расчет балки на упругом основании.</p> <p>Определение механических и прочностных характеристик при кручении, растяжении.</p> <p>Определение напряжений при прямом изгибе.</p>	<p><i>Лабораторная работа №1. Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона малоуглеродистой стали.</i> При испытании стального стержня на действие растягивающей нагрузки определяются модуль упругости и коэффициента Пуассона малоуглеродистой стали.</p> <p><i>Лабораторная работа №2. Испытание образца из малоуглеродистой стали на разрыв.</i> Определение механических характеристик малоуглеродистой стали при растяжении цилиндрического образца.</p> <p><i>Лабораторная работа №3. Испытание образца из малоуглеродистой стали на кручение.</i> Определение механических и прочностных характеристик при кручении.</p> <p><i>Лабораторная работа №4. Определение нормальных и касательных напряжений при изгибе.</i> В волокнах балки, нагруженной двумя сосредоточенными силами, сравниваются значения нормальных и касательных напряжений полученных из эксперимента с результатами теоретического расчета по формулам сопротивления материалов.</p> <p><i>Лабораторная работа №5. Определение прогибов и углов поворота поперечных сечений при изгибе балки.</i> Экспериментально определяются прогибы и углы поворота сечений. Полученные таким образом опытные данные сравниваются с результатами аналитических расчетов.</p>	10
2	<p>Сложное сопротивление.</p> <p>Продольный и продольно-поперечный изгиб стержней. Динамическое действие нагрузок.</p>	<p><i>Лабораторная работа №6. Определение нормальных напряжений при внецентренном сжатии стержня.</i> Экспериментально определяются нормальные напряжения в поперечном сечении. Полученные таким образом опытные данные сравниваются с результатами аналитических расчетов.</p> <p><i>Лабораторная работа №7. Определение прогибов при плоском косом изгибе.</i> Экспериментально определяются прогибы. Полученные таким образом опытные данные сравниваются с результатами аналитических расчетов.</p> <p><i>Лабораторная работа №8. Определение критических сил при сжатии стержней с различными видами закрепления.</i> Экспериментально определяются критические силы. Полученные таким образом опытные данные сравниваются с результатами аналитических расчетов.</p>	6

5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	<p>Основные понятия.</p> <p>Центральное растяжение и сжатие стержней.</p> <p>Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.</p>	<p><i>1.1. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.</i> Основные определения. Общие свойства геометрических характеристик. Статические моменты плоской фигуры, центральные оси, центр тяжести. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей координат. Главные оси и главные моменты инерции. Моменты инерции простых фигур. Алгоритм определения главных центральных осей и вычисления главных центральных моментов инерции. Решение задач на определение положений главных центральных осей и главных значений моментов инерции для поперечных сечений различных видов.</p>	14

		<p><i>1.2. Центральное растяжение и сжатие стержней.</i> Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений и перемещений при центральном растяжении и сжатии статически определимых стержней. Расчет статически неопределимых задач на нагрузку, определение температурных усилий и напряжений. Определение продольных сил, подбор поперечного сечения, проверка прочности при центральном растяжении стержней, определение величины разрушающей силы.</p>	
2	<p>Внутренние усилия и напряжения при изгибе стержней. Кручение стержней. Аналитические методы определения перемещений.</p>	<p><i>2.1. Внутренние усилия в балках и рамах при изгибе.</i> Определение внутренних усилий в поперечных сечениях стержней при изгибе. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил для балок. Построение эпюр изгибающих моментов, поперечных и продольных сил для ломаных и криволинейных стержней. Построение эпюр изгибающих моментов, поперечных и продольных сил для рам.</p> <p><i>2.2. Напряжения в стержнях при изгибе.</i> Определение нормальных и касательных напряжений в балках при изгибе. Подбор сечений. Расчет балок на прочность с учетом пластических деформаций. Определение главных напряжений в балках. Полная проверка балок на прочность. Расчет балок несимметричного сечения. Рациональные формы поперечных сечений.</p> <p><i>2.3. Напряженно- деформированное состояние при сдвиге и кручении стержня круглого поперечного сечения.</i> Построение эпюр крутящих моментов, касательных напряжений, углов поворота сечений. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.</p> <p><i>2.4. Расчет неоднородных стержней.</i> Геометрические характеристики приведенного сечения. Определение нормальных и касательных напряжений в балках, составленных из неоднородных материалов.</p>	22
3	<p>Определение перемещений при прямом изгибе. Расчет балки на упругом основании.</p> <p>Определение механических и прочностных характеристик при кручении, растяжении. Определение напряжений при прямом изгибе.</p>	<p><i>3.1. Метод начальных параметров определения перемещений в балках при изгибе.</i> Определение прогибов и углов поворота сечений при изгибе балок методом начальных параметров.</p> <p><i>3.2. Определение перемещений методом Мора.</i> Решение задач на определение перемещений в балках и рамах при изгибе методом Мора с использованием метода перемножения эпюр по Верещагину.</p> <p><i>3.3 Расчет балки на упругом основании.</i> Составление выражений для функций прогиба, угла поворота сечения, изгибающего момента и поперечной силы с помощью метода начальных параметров. Определение начальных параметров из граничных условий.</p>	6
4	<p>Сложное сопротивление. Продольный и продольно-поперечный изгиб стержней. Динамическое действие нагрузок.</p>	<p><i>4.1. Сложное напряженное состояние.</i> Определение напряжений при внецентренном растяжении-сжатии, уравнение нулевой линии, ядро сечения, расчет на прочность. Косой изгиб, напряжения в поперечном сечении, нулевая линия. Определение перемещений. Расчет на прочность и жесткость. Решение задач на плоский и пространственный косой изгиб, на растяжение с изгибом в двух плоскостях.</p> <p><i>4.2. Теории прочности. Расчет стержней при сложном напряженном состоянии.</i> Решение задач на плоский и пространственный косой изгиб, на растяжение с изгибом в двух плоскостях. Решение задач на изгиб стержня в двух плоскостях с кручением. Определить размеры поперечного сечения с использованием теорий прочности.</p> <p><i>4.3. Устойчивость сжатых стержней. Продольно-</i></p>	10

		<p><i>поперечный изгиб.</i> Решение задач на проверку устойчивости и подбор сечения при продольном изгибе. Проверка прочности при продольно-поперечном изгибе.</p> <p><i>4.4 Динамическое действие нагрузок.</i> Напряжения в стержне при его движении с ускорением. Расчет стержней при ударном действии нагрузки.</p> <p><i>4.5. Расчет на прочность при циклически меняющихся во времени напряжениях.</i> Определение коэффициента запаса прочности при симметричном цикле и при асимметричном цикле напряжений.</p>	
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

5.4. *Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам (при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)*

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5.5. *Самостоятельная работа*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	<p>Основные понятия. Центральное растяжение и сжатие стержней. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.</p>	<p><i>1.1. Основные понятия.</i> Основные виды элементов конструкций. Допущения о свойствах материала элементов конструкций. Внутренние силы и напряжения. Перемещения и деформации. Принцип суперпозиции. Метод определения внутренних усилий. Основные типы опорных связей.</p> <p><i>1.2. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.</i> Вывод формул для определения моментов инерции треугольника, круга, полукруга относительно центральных осей.</p> <p><i>1.3. Центральное растяжение и сжатие стержней.</i> Ознакомление с методом сечений, внутренние силовые факторы. Центральное растяжение-сжатие. Статически неопределимые задачи и методы их решения.</p> <p><i>1.4. Напряженное состояние в точке.</i> Напряжения на координатных площадках, на наклонных площадках. Главные напряжения и главные площадки. Виды напряженного состояния.</p>	34
2	<p>Внутренние усилия и напряжения при изгибе стержней. Кручение стержней. Аналитические методы определения перемещений.</p>	<p><i>2.1. Внутренние усилия в балках и рамах при изгибе.</i> Чистый и поперечный изгиб. Правило знаков, дифференциальные зависимости при изгибе. Приобретение умения построения эпюр внутренних усилий.</p> <p><i>2.2. Напряжения в стержнях при изгибе.</i> Нормальные и касательные напряжения при поперечном изгибе. Главные напряжения. Расчет балок с учетом пластических деформаций.</p> <p><i>2.3. Напряженно- деформированное состояние при сдвиге и кручении стержня круглого поперечного сечения.</i> Проработка лекций, практических занятий, соответствующего раздела по учебнику. Умение определять касательные напряжения и углы закручивания стержня.</p> <p><i>2.4. Аналитические методы определения перемещений при изгибе.</i> Вывод дифференциального уравнения изогнутой оси балки второго и четвертого порядка. Метод непосредственного интегрирования, кинематические и статические граничные условия.</p> <p><i>2.5. Расчет неоднородных стержней.</i> Определение координаты центра приведенного сечения. Эпюра</p>	56

		нормальных напряжений в неоднородном сечении, ее особенности. Усилия сдвига и касательные напряжения в балках из неоднородных материалов.	
3	<p>Определение перемещений при прямом изгибе. Расчет балки на упругом основании.</p> <p>Определение механических и прочностных характеристик при кручении, растяжении.</p> <p>Определение напряжений при прямом изгибе.</p>	<p><i>3.1. Метод начальных параметров для определения перемещений в балках при изгибе.</i> С помощью метода начальных параметров научиться определять функции прогиба и функции угла поворота сечений. Использование граничных условий для определения неизвестных начальных параметров.</p> <p><i>3.2. Определение перемещений методом Мора.</i> Проработка лекций, практических занятий, соответствующего раздела по учебнику. Умение определять прогибы и углы поворота в балках и рамах.</p> <p><i>3.3. Расчет статически неопределимых балок.</i> Понятие о расчете статически неопределимых систем методом сил. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил. Определение перемещений в статически неопределимых системах, кинематические проверки.</p> <p><i>3.4. Расчет балки на упругом основании.</i> Понятие об упругом основании. Гипотеза Фусса-Винклера. Дифференциальное уравнение изгиба балки на упругом основании. Расчет бесконечно длинной балки под действием сосредоточенной силы и распределенной нагрузки. Расчет коротких балок на упругом основании. Функции Крылова. Метод начальных параметров.</p>	10
4	<p>Сложное сопротивление.</p> <p>Продольный и продольно-поперечный изгиб стержней. Динамическое действие нагрузок.</p>	<p><i>4.1. Сложное напряженное состояние.</i> Сложное сопротивление стержня. Внутренние усилия при сложном сопротивлении. Формулы для нормальных и касательных напряжений.</p> <p><i>4.2. Теории прочности. Расчет стержней при сложном напряженном состоянии.</i> Сопоставление теорий прочности. Расчет стержней на прочность при сложном напряженном состоянии.</p> <p><i>4.3. Устойчивость сжатых стержней. Продольно-поперечный изгиб.</i> Проработка лекций, практических занятий, соответствующего раздела по учебнику. Умение оценивать устойчивость сжатых стержней, производить подбор сечения из условия устойчивости, оценивать прочность при продольно-поперечном изгибе.</p> <p><i>4.4. Динамическое действие нагрузок.</i> Ознакомление с видами динамических нагрузок. Период и круговая частота свободных колебаний. Вынужденные колебания при вибрационной нагрузке. Определение амплитуды вынужденных колебаний и максимальных значений внутренних усилий. Определение напряжений при ударном воздействии. Проведение расчетов на вынужденные колебания при вибрационной нагрузке.</p> <p><i>4.5. Расчет на прочность при циклически меняющихся во времени напряжениях.</i> Понятия о механизмах усталостного разрушения материала. Оценка влияния концентрации напряжений, размеров, чистоты обработки поверхности на усталостную прочность. Расчет на прочность при циклически меняющихся во времени напряжениях при любом цикле нагружения.</p>	23

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой по дисциплине. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключаются в

закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов.

Самостоятельная работа включает, как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач.

Вопросы для самоконтроля по теме *«Геометрические характеристики поперечных сечений стержней»*:

1. Перечислите основные геометрические характеристики поперечных сечений стержней и напишите их выражения в интегральной форме.
2. Относительно каких осей статические моменты сечения равны нулю? Относительно каких осей сечения центробежный момент инерции равен нулю?
3. Напишите формулы для координат центра тяжести сечения.
4. Напишите зависимости между моментами инерции относительно параллельных осей и объясните их смысл на простых примерах.
5. Напишите формулы для моментов инерции прямоугольника и круга.

Вопросы для самоконтроля по теме *«Напряжения в стержнях при изгибе»*:

1. Какой вид деформирования балки называется чистым изгибом? Какие внутренние усилия и напряжения действуют в поперечных сечениях балки при чистом изгибе и как они определяются? Какие гипотезы принимаются при чистом изгибе?
2. Как определяются напряжения в поперечных сечениях балки при поперечном изгибе? По каким законам изменяются нормальные и касательные напряжения в поперечных сечениях балки при изгибе?
3. Как определяются наибольшие напряжения в поперечных сечениях балки с одной и с двумя осями симметрии?
4. Какое сечение называется опасным сечением?
5. Как определяются главные напряжения при изгибе?
6. Что такое пластический шарнир?

На практических занятиях решаются задачи по темам лекционного курса. Часть задач выносятся на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

Студент должен обладать основными методами исследования и решения различного типа задач. Необходима выработка первичных навыков решения инженерных задач, то есть замена элементов реальной конструкции расчетными схемами, выбор нужного метода расчета, интерпретация и оценка полученного результата.

При подготовке к сдаче зачета или экзамена рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы.

Большое значение для активизации самостоятельной работы студентов имеет выполнение расчетно-графических работ (РГР) и дальнейшая проверка этих работ преподавателем. Согласно результатам проверки преподаватель отмечает ошибки и дает рекомендации студенту.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебники и учебные пособия, указанные в разделе 8.

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

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)			
	1	2	3	4
ОПК-8	+	+	+	+
ПК-1	+	+	+	+
ПК-2	+	+	+	+
ПК-5	+	+	+	+

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

7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания										Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль								Промежуточная аттестация		
		Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4	Защита модуля 1	Защита модуля 2	Защита модуля 3	Защита модуля 4	Зачет	Экзамен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14
ОПК-8	Н1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	З2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	З3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	У3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Н3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-5	У4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ИТОГО		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

7.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Экзамена

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Н1	Обучающийся не имеет навыков работы с нормативной документацией.	Обучающийся не приобрел достаточных навыков для работы с нормативной документацией с целью использования при решении	Обучающийся имеет определенные навыки работы с нормативной документацией, безошибочно находит соответствующие значения	Имея твердые навыки работы с любым типом исходных данных, обучающийся свободно справляется с выбором характеристик.

		соответствующих задач.	характеристик, однако при решении нового типа задач совершает ошибки при выборе коэффициентов.	
У1	Обучающийся не умеет самостоятельно использовать нормативную документацию.	Обучающийся имеет представление о нормативной документации, однако при выполнении заданий совершает ошибки по выбору соответствующих характеристик.	Умение использования нормативных документов способствует беспрепятственному решению типовых задач, однако, при решении нового типа задач обучающимся совершаются ошибки при выборе коэффициентов	Умеет выбирать прочностные и жесткостные характеристики, коэффициенты и предельные значения, соответствующие исходным данным и методам расчета, при этом проявляет самостоятельность в изучении актуальных нормативных документах и использовании их в расчетах реальных конструкций.
32	Обучающийся не знает значительной части базовых понятий, методов для составления расчетных схем и последующего осуществления расчетов.	Обучающийся имеет знания только основных технических приемов и методов создания расчетных схем, при этом допускает неточности, нарушения логической последовательности.	Обучающийся осуществляет безошибочный переход от реальной конструкции к расчетной схеме, при этом не допускает существенных неточностей.	Обучающийся не только осуществляет безошибочный переход к расчетным схемам, но и проявляет инициативу по представлению альтернативных расчетных схем, соответствующих исходным данным и самой реальной конструкции.
У2	Обучающийся не может осуществить переход от реальной конструкции к расчетной схеме.	Умеет создать расчетную схему согласно уже созданным, совершает определенные ошибки при этом, что ведет к последующему неверному расчету.	Обучающийся грамотно составляет расчетные схемы с учетом соответствующего типа реальной конструкции и условий ее работы, умеет анализировать неточности в выполнении задания и самостоятельно исправлять ошибки.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил алгоритмические приемы построения расчетных схем. Понимает различную суть реальных конструкций с целью дальнейшего создания расчетной схемы и осуществления расчета.
33	Обучающийся не знает значительной части законов и формул, изучаемых в курсе сопротивления материалов.	Обучающийся имеет знания только по некоторым основным изучаемым законам и формулам, при этом испытывает затруднения в их выборе и применении на практике.	Обучающийся твердо знает усвоенные им материал, грамотно и по существу применяет полученные знания, не допуская существенных неточностей, ошибок.	Обучающийся прочно усвоил основные законы и формулы сопротивления материалов, глубоко понимает их суть с целью их качественного применения для решения поставленных задач и осуществления лабораторного эксперимента.
У3	Вследствие незнания теоретического материала	Обучающийся в основном может формализовать	Обучающийся умеет применять полученные знания	Обучающийся умеет не только сравнить различные методы решения и выбрать

	обучающийся не в состоянии осуществить различного рода расчетов с целью проверки прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкций.	задачи, не углубляясь в суть различий одних задач от других, совершает ошибки при выборе методов расчета.	на практике, в том числе при решении различного вида задач, при анализе полученных результатов.	соответственно правильный, но и может анализировать процесс решения задачи, результат, выбирать оптимальный вариант решения.
НЗ	Обучающимся не продемонстрированы навыки самостоятельной работы.	Не отработанные в достаточной степени навыки решения задач с использованием основных законов и формул сопротивления материалов.	Имеет навыки владения методами определения внутренних усилий, напряжений, деформаций, перемещений, размеров поперечных сечений стержней, проверки прочности, жесткости, устойчивости в практических задачах.	С учетом приобретенных навыков не испытывает затруднений в применении формул и законов, при этом ищет оптимальные пути из использования даже в случае решения нового типа задач.
У4	Не умеет и не может представить работу в виде текстовой и графической частей. Не может выполнить обработку экспериментальных данных с целью составления отчета.	Обучающийся знает, но не в полной мере умеет ход решения задачи представить в форме отчета. Лабораторные работы отрабатываются формально без самостоятельного их оформления и анализа полученных результатов.	Обучающийся может составить описание выполненных расчетных и экспериментальных работ, обработать и проанализировать полученные результаты.	Умеет представить выполненные задачи в виде работ с текстовой частью, включая описание исходных данных, ход решения и анализ полученных результатов, а также с графической частью. Отделяет главную суть решения задач и знает как качественно ее отразить в различных формах.

7.2.3. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Защиты курсовой работы/проекта*

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

7.2.4. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета*

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Н1	Обучающийся не приобрел достаточных опыта работы с нормативной документацией, в связи с этим не имеет навыков использования при решении соответствующих задач.	Обучающийся имеет определенные навыки работы с нормативной документацией, справляется с выбором соответствующих характеристик.
У1	Обучающийся имеет представление о нормативной документации, однако не умеет	Обучающийся умеет выбирать прочностные и жесткостные характеристики, коэффициенты

	самостоятельно ее использовать.	и предельные значения, соответствующие исходным данным и методам расчета.
32	Обучающийся не знает значительной части базовых понятий, методов для составления расчетных схем и последующего осуществления расчетов.	Обучающийся осуществляет безошибочный переход от реальной конструкции к расчетной схеме, при этом не допускает существенных неточностей.
У2	Обучающийся не может осуществить переход от реальной конструкции к расчетной схеме.	Обучающийся грамотно составляет расчетные схемы с учетом соответствующего типа реальной конструкции и условий ее работы.
33	Обучающийся не знает значительной части законов и формул, изучаемых в курсе сопротивления материалов.	Обучающийся знает усвоенные им материал, грамотно и по существу применяет полученные знания, не допуская существенных неточностей, ошибок.
У3	Вследствие незнания теоретического материала обучающийся не в состоянии осуществить различного рода расчетов с целью проверки прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкций.	Обучающийся умеет применять полученные знания на практике, в том числе при решении различного вида задач, при анализе полученных результатов.
Н3	Обучающимся не продемонстрированы навыки самостоятельной работы при решении задач с использованием основных законов и формул сопротивления материалов.	Обучающийся имеет навыки владения методами определения внутренних усилий, напряжений, деформаций, перемещений, размеров поперечных сечений стержней, проверки прочности, жесткости, устойчивости в практических задачах.
У4	Не умеет и не может представить работу в виде текстовой и графической частей. Не может выполнить обработку экспериментальных данных с целью составления отчета.	Обучающийся может составить описание выполненных расчетных и экспериментальных работ, обработать и проанализировать полученные результаты. Умеет представить выполненные задачи в виде работ с текстовой частью, включая описание исходных данных, ход решения и анализ полученных результатов.

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

7.3.1. Текущий контроль

Согласно плану, текущий контроль проводится с помощью компьютерного тестирования, самостоятельных и контрольных работ по расчетно-графическим и лабораторным работам в рамках двух модулей в каждом семестре. Ниже приведено содержание модулей.

3 Семестр

Модули	№№ РГР	Наименование РГР
1	РГР 1	Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.
	РГР 2	Центральное растяжение и сжатие стержней.
2	РГР 3	Внутренние усилия при изгибе стержней.
	РГР 4	Напряжения при изгибе стержней.

4 Семестр

Модули	№№ РГР, Лаб. раб.	Наименование РГР, Лаб. раб.
3	РГР 5	Определение перемещений в балках при изгибе.
	Лабораторная	Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона малоуглеродистой

	работа №1	стали.
	Лабораторная работа №2	Испытание образца из малоуглеродистой стали на разрыв.
	Лабораторная работа №3	Испытание образца из низкоуглеродистой стали на кручение.
	Лабораторная работа №4	Определение нормальных и касательных напряжений в балке при изгибе.
	Лабораторная работа №5	Определение прогибов и углов поворота поперечных сечений при изгибе балки.
4	РГР 7	Сложное сопротивление стержней.
	РГР 8	Устойчивость и продольно-поперечный изгиб стержней.
	Лабораторная работа №6	Определение нормальных напряжений при внецентренном сжатии стержня.
	Лабораторная работа №7	Определение напряжений и перемещений при косом изгибе консольной балки.
	Лабораторная работа №8	Определение критических сил при сжатии стержней с различными видами закрепления.

Компьютерные тестирования проводятся в компьютерном классе на кафедре «Сопротивление материалов» и содержат 5 заданий (2 теоретических вопроса и 3 задачи) с вариантами ответа. Тестирование считается пройденным студентом, если он выполнил 3 задания из 5 возможных.

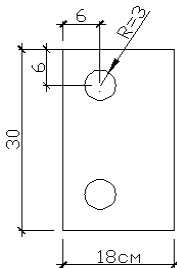
Самостоятельные и контрольные работы проводятся в учебной аудитории на текущих занятиях. Каждому студенту предоставляется индивидуальный вариант задания. Задание считается выполненным, если студент выполняет основную его часть с небольшими недочетами, в противном случае - мероприятие проводится повторно.

Самостоятельная работа на темы: «Геометрические характеристики поперечных сечений», «Центральное растяжение и сжатие стержней», включает в себя 2 задачи. (Модуль – 1).

Вариант 21

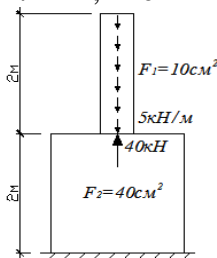
Задача №1

Для сечения, имеющего одну ось симметрии, требуется определить положение центра тяжести, главные моменты инерции, моменты сопротивления сечения для нижних и верхних волокон.



Задача №2

Построить эпюры N и σ . Определить осевые перемещения характерных сечений стержня. $E=2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.



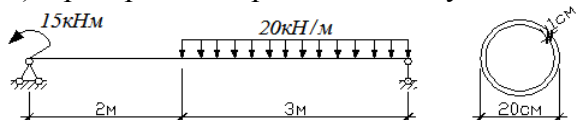
Контрольная работа включает в себя 2 задачи, каждая из которых соответствует следующим темам: «Внутренние усилия в балках и рамах при изгибе», «Напряжения в стержнях при изгибе». (Модуль – 2).

Вариант 16

Задача №1

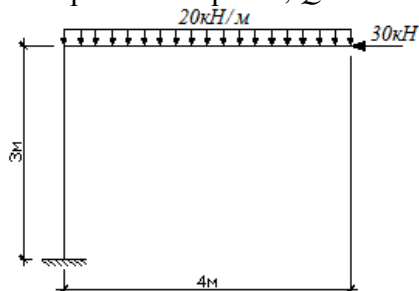
1) Построить эпюры M и Q .

2) Проверить на прочность балку с сечением в виде кольца. $R=210\text{МПа}$, $\gamma_c=0,9$, $\gamma_f=1$.



Задача №2

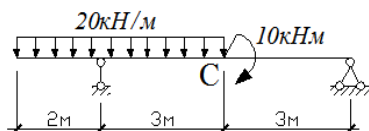
Построить эпюры M , Q и N .



Самостоятельная работа на тему: «Определение перемещений методом Мора» (Модуль – 3).

Вариант 15

Задание. Определить с помощью метода Мора прогиб в С.



7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета в 3 семестре. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в НИУ МГСУ.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины.

Вопросы к зачету.

1. Перечислите основные геометрические характеристики поперечных сечений стержней и напишите их выражения в интегральной форме.
2. Относительно каких осей статические моменты сечения равны нулю? Относительно каких осей сечения центробежный момент инерции равен нулю?
3. Напишите формулы для координат центра тяжести сечения.
4. Напишите зависимости между моментами инерции относительно параллельных осей и объясните их смысл на простых примерах.
5. Напишите формулы для моментов инерции прямоугольника и круга.
6. Что такое центральное растяжение (сжатие) стержня? Как определяются продольные усилия и нормальные напряжения в стержне? В чём состоит и для чего используется метод сечений?
7. Как вычислить абсолютные удлинения (укорочения) и осевые перемещения поперечных сечений стержня?

8. Объясните принцип локального эффекта Сен-Венана. В чём состоит принцип независимости действия сил?
9. Перечислите основные механические характеристики материалов.
10. Назовите методы расчета конструкций на прочность. Что такое допускаемое напряжение и расчетное сопротивление?
11. Какие коэффициенты используются в методе расчета на прочность по предельным состояниям?
12. Какие задачи называются статически неопределимыми? Назовите особенности решения статически неопределимых задач.
13. Назовите основные виды деформирования элементов конструкций. Что такое расчётная схема?
14. Назовите типы опорных закреплений стержней. Какие реактивные усилия могут в них действовать?
15. Какие дифференциальные зависимости имеют место между внутренними усилиями и интенсивностью внешних распределённых нагрузок при изгибе? С помощью этих зависимостей объясните особенности эпюр внутренних усилий при изгибе.
16. Какой вид деформирования балки называется чистым изгибом? Какие внутренние усилия и напряжения действуют в поперечных сечениях балки при чистом изгибе и как они определяются? Какие гипотезы принимаются при чистом изгибе?
17. Как определяются напряжения в поперечных сечениях балки при поперечном изгибе? По каким законам изменяются нормальные и касательные напряжения в поперечных сечениях балки при изгибе?
18. Как определяются наибольшие напряжения в поперечных сечениях балки с одной и с двумя осями симметрии?
19. Какое сечение называется опасным сечением?
20. Как определяются главные напряжения при изгибе?
21. Что такое пластический шарнир?

Вопросы к экзамену.

1. Основные гипотезы сопротивления материалов.
2. Статические моменты и центр тяжести поперечных сечений стержней.
3. Моменты инерции и моменты сопротивления сечений. Примеры.
4. Главные оси и главные моменты инерции. Свойства центробежного момента инерции.
5. Растяжение-сжатие стержней. Напряжения, деформации, удлинения.
6. Диаграммы растяжения.
7. Расчет на прочность по несущей способности.
8. Двухосное напряженное состояние. Напряжения на наклонных площадках. Закон парности касательных напряжений.
9. Понятие о чистом сдвиге. Закон Гука при сдвиге.
10. Формула для напряжений и углов закручивания при кручении круглого стержня.
11. Внутренние усилия при плоском прямом изгибе. Дифференциальные зависимости при изгибе.
12. Нормальные напряжения при изгибе.
13. Касательные напряжения при изгибе в балках прямоугольного, круглого и двутаврового сечений.
14. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
15. Метод непосредственного интегрирования дифференциального уравнения изогнутой оси балки.

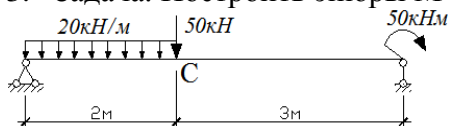
16. Метод начальных параметров определения перемещений. Типы граничных условий.
17. Метод Мора определения перемещений.
18. Правило Верещагина перемножения эпюр.
19. Общий случай сложного сопротивления.
20. Растяжение (сжатие) с изгибом.
21. Косой изгиб.
22. Внецентренное растяжение и сжатие. Ядро сечения.
23. Теории прочности максимальных нормальных напряжений и максимальных линейных деформаций.
24. Теория прочности максимальных касательных напряжений.
25. Энергетическая теория прочности.
26. Изгиб с кручением.
27. Формула Эйлера для критической силы. Влияние способов опирания стержня на величину критической силы.
28. Понятие о критических напряжениях. Гибкость стержня.
29. Зависимость критических напряжений от гибкости стержня.
30. Практический расчет сжатых стержней (подбор сечений).
31. Продольно-поперечный изгиб (приближенный метод расчета).

Примеры заданий итогового контроля.

Примеры билетов с вопросами и задачами:

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6

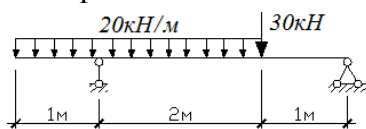
1. Статические и осевые моменты инерции сечений.
2. Понятие ядра сечения и примеры его построения.
3. Задача. Построить эпюры М и Q. Определить с помощью метода Мора прогиб в С.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №17

1. Расчеты на прочность. Метод предельных состояний.
2. Основы расчета статически неопределимых балок с помощью метода сил.
3. Задача. Построить эпюры М и Q. Подобрать сечение в виде двух двутавров II и

определить σ_x^{\max} . $R=210\text{МПа}$, $\gamma_c=\gamma_f=1$.



7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим занятия по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя

аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя, справочной литературой и калькуляторами.

Время подготовки ответа при сдаче зачета/экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

При подготовке к устному экзамену экзаменуемый, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем (по окончании экзамена) сдается экзаменатору.

При проведении устного экзамена экзаменационный билет выбирает сам экзаменуемый в случайном порядке.

Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.

Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Сопротивление материалов	Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности [Текст] : учебник для вузов / Г. С. Варданян [и др.] ; под ред. Г. С. Варданяна, Н. М. Атарова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Инфра-М, 2013. - 637 с.	205	20
2	Сопротивление материалов	Варданян, Г. С. Сопротивление материалов (с основами строительной механики) [Текст] : учеб. для вузов / Г. С. Варданян, Н. М. Атаров, А. А. Горшков ; под ред. Г. С. Варданяна. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 478 с.	224	20
3	Сопротивление материалов	Атаров, Н. М. Сопротивление материалов в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие для вузов / Н. М. Атаров ; [рец.: Н. Н. Атаров]. - Москва : ИНФРА-М, 2011. - 406 с	100	20
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		

1	Сопротивление материалов	Андреев, В. И. Техническая механика [Текст] : учебник для подготовки бакалавров по направлению 270800 - "Строительство" / В. И. Андреев, А. Г. Паушкин, А. Н. Леонтьев. - [Изд. 2-е испр. и доп.]. - Москва : Изд-во АСВ, 2013. - 251 с	13	20
2	Сопротивление материалов	Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 270800 "Строительство" (бакалавры, специалисты и магистры) : [в 3 ч.] / Н. М. Атаров [и др.] ; Московский государственный строительный университет ; [рец.: С. Н. Кривошапко, Н. Н. Шапошников]. - Москва : МГСУ, 2012 - Ч. 1. - 2012. - 64 с.	60	20
3	Сопротивление материалов	Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 270800 "Строительство" (бакалавры, специалисты и магистры) : [в 3 ч.] / Н. М. Атаров [и др.] ; Московский государственный строительный университет ; [рец.: С. Н. Кривошапко, Н. Н. Шапошников]. - Москва : МГСУ, 2012 - ISBN 978-5-7264-0737-1 Ч. 2 / под ред. Н. М. Атарова. - 2-е изд., перераб. и доп. - 2013. - 97 с.	180	20
4	Сопротивление материалов	Коргин А.В. Сопротивление материалов с примерами решения задач в системе Microsoft Excel: учеб пособие. - М.: Инфра- М, 2011. - 388 с.	150	20

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
Сайт кафедры «Сопротивление материалов»	http://www.sopromat-mgsu.ru

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студенту рекомендуется:

1. Найти соответствующий материал по данному разделу в учебнике и методических пособиях, проработать этот раздел совместно с конспектами лекций и практических занятий.

2. Определить наиболее трудные теоретические вопросы рассматриваемой темы, обсудить эти вопросы с преподавателем на занятиях. Далее закрепить усвоенный

материал на примере решения несложных задач и составления дополнительных конспектов по наиболее трудным темам.

3. Решить задачи, входящие в расчетно-графические работы. Оформить эти работы в соответствии с требованиями.

4. Сформулировать оставшиеся неувоенные по данному разделу вопросы для совместного их решения на индивидуальных и групповых консультациях с преподавателем.

5. После проверки преподавателем расчетно-графической работы проанализировать ошибки и исправить их.

6. Заполнить бланки лабораторных работ, выполнить соответствующие расчеты по экспериментальному определению напряжений, деформаций, перемещений, полученные опытные данные сравнить с результатами аналитических расчетов.

7. Проработать учебный материал по текущему разделу для защиты лабораторных и расчетно-графических работ.

8. Конспектировать темы, заданные для самостоятельного изучения.

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

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии	Степень обеспеченности (%)
1	Основные понятия. Центральное растяжение и сжатие стержней. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.	РГР 1. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.	Компьютерное тестирование	100%
		РГР 2. Центральное растяжение и сжатие стержней.	Компьютерное тестирование	100%
2	Внутренние усилия и напряжения при изгибе стержней. Кручение стержней. Аналитические методы определения перемещений.	РГР 3. Внутренние усилия при изгибе стержней.	Компьютерное тестирование	100%
		РГР 4. Напряжения при изгибе стержней.	Компьютерное тестирование	100%
3	Определение перемещений при прямом изгибе. Расчет балки на упругом основании. Определение механических и прочностных характеристик при кручении, растяжении. Определение	РГР 5. Определение перемещений в балках при изгибе.	Компьютерное тестирование	100%
		Лабораторная работа №1. Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона малоуглеродистой стали.	Компьютерное тестирование	100%
		Лабораторная работа №2. Испытание образца из малоуглеродистой стали на разрыв.	Компьютерное тестирование	100%

	напряжений при прямом изгибе.	Лабораторная работа №3. Испытание образца из низкоуглеродистой стали на кручение.	Компьютерное тестирование	100%
		Лабораторная работа №4. Определение нормальных и касательных напряжений в балке при изгибе.	Компьютерное тестирование	100%
		Лабораторная работа №5. Определение прогибов и углов поворота поперечных сечений при изгибе балки.	Компьютерное тестирование	100%
4	Сложное сопротивление. Продольный и поперечный изгиб стержней. Динамическое действие нагрузок.	РГР 7. Сложное сопротивление стержней.	Компьютерное тестирование	100%
		РГР 8. Устойчивость и продольно-поперечный изгиб стержней.	Компьютерное тестирование	100%
		Лабораторная работа №6. Определение нормальных напряжений при внецентренном сжатии стержня.	Компьютерное тестирование	100%
		Лабораторная работа №7. Определение напряжений и перемещений при косом изгибе консольной балки.	Компьютерное тестирование	100%
		Лабораторная работа №8. Определение критических сил при сжатии стержней с различными видами закрепления.	Компьютерное тестирование	100%

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

Компьютерные программы не используются.

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине «Сопротивление материалов» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением:

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	Лекция	стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практическое занятие	мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	аудитории / аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
3	Лабораторный практикум	Диагностическая машина М500-100С, лабораторный стенд "Изгиб двутавровой балки", лабораторные столы с установками по теме: "Определение прогибов балки"	103г УЛБ, Лаборатория "Сопротивления материалов".

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций и примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению 15.03.03 «Прикладная механика»