

**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.В.ОД.11	Сопротивление материалов

Код направления подготовки	08.03.01
Направление подготовки	Строительство
Наименование ОПОП	Проектирование зданий и сооружений (академический бакалавриат)
Год начала подготовки	2012
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения*	очная

**Разработчики:**

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
доцент	к.т.н., доцент		Астахова А. Я.
доцент	к.т.н., доцент		Фролова И. И.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (структурного подразделения):**

должность	подпись			ученая степень и звание, ФИО
Зав. кафедрой сопротивления материалов				Доктор техн. наук, профессор Андреев Владимир Игоревич
год обновления	2015	2016	2017	
Номер протокола	№1			
Дата заседания кафедры (структурного подразделения)	31.08.15			

**Рабочая программа утверждена и согласована:**

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

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Сопротивления материалов» является подготовка будущего специалиста к проведению самостоятельных расчетов конструкций и элементов конструкций промышленного и гражданского строительства, в том числе высотных и большепролетных зданий и сооружений.

*Задачи дисциплины* – дать студенту:

- необходимые представления о работе конструкций, расчетных схемах, задачах расчета плоских и пространственных элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;
  - знания о механических системах и процессах, необходимые для изучения специальных дисциплин на кафедрах металлических, железобетонных и других конструкций.
- 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
способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	ОПК-2..	<b>Знает</b> основные положения, гипотезы сопротивления материалов и смежных дисциплин, методы определения внутренних усилий в стержнях при действии статических и динамических нагрузок.	З1
		<b>Умеет</b> строить эпюры внутренних усилий и напряжений, деформаций и перемещений в стержнях при центральном растяжении-сжатии, изгибе, кручении.	У1
		<b>Имеет навыки</b> в определении размеров поперечных сечений стержней, в оценке прочности, жесткости и устойчивости стержней, стержневых систем.	Н1
знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	ПК-1	<b>Умеет</b> использовать нормативные документы при оценке прочности, жесткости, устойчивости элементов конструкций (СНиПы, ГОСТы).	У2

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования	ПК-2	<b>Имеет навыки</b> в оценке прочности, жесткости прямоугольных и круглых тонких пластин.	Н3
способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности	ПК- 4..	<b>Знает</b> гипотезы, основные положения, соотношения теории упругости.	34
		<b>Умеет</b> определять напряженно-деформированное состояние в плоской задаче теории упругости, строить эпюры внутренних усилий и напряжений, ставить граничные условия в прямоугольных и круглых пластинах при изгибе.	У4

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

Дисциплина «Соппротивление материалов» относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство».

Курс «Соппротивление материалов» базируется на дисциплинах: «Математика 1», «Физика», «Механика. Теоретическая механика», разделах дисциплины «Механика. Техническая механика».

Требования к входным знаниям, умениям и владениям студентов.

Для освоения дисциплины "Соппротивление материалов" студент должен:

**Знать:** фундаментальные основы высшей математики, современные средства вычислительной техники, методы решения простейших задач расчета стержневых систем, понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов строительных конструкций.

**Уметь:** самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам; работать на персональном компьютере, пользоваться основными офисными приложениями, применять полученные знания по физике, теоретической механике и технической механике при изучении курса «Соппротивления 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 «Соппротивление материалов» является предшествующей:

- «Строительная механика»;
- «Основания и фундаменты»;
- «Металлические конструкции»;
- «Железобетонные конструкции»;

«Конструкции из дерева и пластмасс»;  
 «Реконструкция и реставрация зданий и сооружений»;  
 «Приближенные расчеты на стадии выбора проектного решения (прочностные, акустические, теплотехнические)»;  
 «Обследование, испытание и реконструкция зданий и сооружений».

**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 4 зачетные единицы 144 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 КИ/КР								
1	Определение перемещений в статически определимых системах.	4	1-3	6		4			4	Выдача РГР 1 - 1 неделя.
2	Расчет балок на упругом основании.	4	3-5	2	2	2			4	
3	Теории прочности. Сложное сопротивление стержня.	4	5-8	6	2	4			4	Выдача РГР 2 - 8 неделя.
4	Продольный и продольно-поперечный изгиб стержня.	4	8-9	4		2			4	

5	Расчет тонкостенных стержней открытого профиля.	4	9-10			2			6	
6	Действие динамических и периодических нагрузок	4	10-11			2			4	
7	Понятия о пространственном и плоском напряженном и деформированном состояниях в точке тела.	4	11-12	4		4			6	
8	Плоская задача в декартовой и полярной системах координат.	4	13-14	6		4			6	
9	Изгиб тонких прямоугольных и круглых пластин.	4	15-16	4		4			6	
	Итого:	4	16	32	4	28		36	44	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*

*4 семестр*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Определение перемещений в статически определимых стержневых системах.	Изогнутая ось балки. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки второго порядка. Граничные условия. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки четвертого порядка. Метод начальных параметров. Метод Мора.	6
2	Расчет балок на упругом основании.	Гипотезы. Модели оснований. Бесконечно длинные балки. Расчет балок конечной длины с помощью метода начальных параметров.	2
3	Теории прочности. Сложное сопротивление стержней.	Классические теории прочности, их применение при расчете хрупких и пластичных материалов. Плоский и пространственный косой изгиб. Положение нулевой линии. Эпюры нормальных напряжений. Перемещения при косом изгибе. Внецентренное растяжение-сжатие стержня. Нулевая линия, эпюра нормальных напряжений, ядро сечения.	6

4	Продольный и продольно-поперечный изгиб стержня.	Дифференциальное уравнение продольного изгиба. Формула Эйлера для определения критической силы. Приведенная длинна. Пределы применимости формулы Эйлера. Условие устойчивости. Продольно-поперечный изгиб гибкого стержня. Приближенное решение. Условие прочности.	4
5	Понятия о пространственном и плоском напряженном и деформированном состояниях в точке тела.	Дифференциальные уравнения равновесия. Тензор напряжений. Напряжения на наклонной площадке. Главные площадки и главные напряжения. Геометрические соотношения Коши. Уравнения неразрывности Сен-Венана. Физические соотношения: закон Гука. Способы решения задачи теории упругости.	4
6	Плоская задача в декартовой и полярной системах координат	Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Постановка плоской задачи теории упругости в напряжениях. Функция напряжений. Общие уравнения плоской задачи в полярных координатах.	6
7	Изгиб тонких прямоугольных и круглых пластин.	Гипотезы теории тонких пластин. Перемещения, деформации и напряжения. Эпюры нормальных и касательных напряжений. Уравнение Софи Жермен. Граничные условия на контуре прямоугольной пластины. Основные соотношения изгиба круглых пластин. Выражения внутренних усилий через функцию прогибов. Осесимметричный изгиб пластин.	4
	Итого		32

### 5.2. Лабораторный практикум 4 семестр

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Лабораторная работа №5. Определение прогибов и углов поворота в изгибаемой балке.	На стендах определяются прогибы и углы поворота сечений в шарнирно-опертой балке при действии двух сосредоточенных сил. Результаты эксперимента сравниваются с результатами расчета с помощью метода Мора.	2
2	Лабораторная работа №7. Определение напряжений и перемещений при косом изгибе консольной балки.	В лаборатории для консольной балки, нагруженной сосредоточенной силой, экспериментально и теоретически определяются величина и направление перемещения свободного конца.	2
	Итого		4

### 5.3. Перечень практических занятий\*\*\*

#### 4 семестр

№	Наименование раздела	Тема и содержание занятия	Кол-во
---	----------------------	---------------------------	--------

п/п	дисциплины (модуля)		акад. часов
1	Определение перемещений в статически определимых системах.	Определение прогибов и углов поворота сечений в балках методом начальных параметров.	2
		Определение прогибов и углов поворота сечений в балках с помощью метода Мора.	2
2	Расчет балок на упругом основании.	Расчет балок на основании Винклера методом начальных параметров. Построение эпюр прогибов, углов поворота сечений балки, внутренних усилий, реактивного отпора основания. Проверка условий равновесия и прочности балки.	2
3	Теории прочности. Сложное сопротивление стержней.	Примеры расчета стержней при плоском и пространственном косом изгибе. Подбор сечения. Пример расчета стержня на внецентренное сжатие. Построение контура ядра сечения. Пример расчета стержня на изгиб с растяжением и сжатием.	4
4	Продольный и продольно-поперечный изгиб стержня	Решение задач на определение критических сил для сжатого гибкого стержня и на подбор его сечений. Расчет стержня на совместное действие продольной и поперечной нагрузок.	2
5	Расчет тонкостенных стержней открытого профиля.	Расчет при стесненном кручении стержней. Секториальные координаты. Секториальные нормальные и касательные напряжения.	2
6	Действие динамических и периодических нагрузок	Примеры расчета. Напряжение в стержне при его движении с ускорением. Определение динамических коэффициентов при продольном и поперечном ударе.	2
7	Понятия о пространственном и плоском напряженном и деформированном состояниях в точке тела.	Напряженно-деформированное состояние в точке тела. Определение инвариантов тензора напряжений, главных напряжений и положения главных площадок. Определение относительных линейных и угловых деформаций с помощью закона Гука. Анализ деформированного состояния в окрестности точки. Условия прочности по энергетической теории.	4
8	Плоская задача в декартовой и полярной системах координат.	Пример расчета плотины (подпорной стенки) треугольного поперечного сечения. Эпюры напряжений в плотине. Сравнение с решением по формулам сопротивления материалов.	2
		Примеры решения плоской полярно-симметричной задачи теории упругости. Определение напряжений в сплошных и толстостенных цилиндрах.	2
9	Изгиб тонких прямоугольных и круглых пластин.	Примеры расчета прямоугольных пластин. Расчет пластин на прочность и жесткость. Цилиндрический изгиб прямоугольных пластин. Расчет круглых сплошных и кольцевых	4

		пластин при осесимметричном изгибе. Определение постоянных интегрирования с помощью граничных условий. Построение эпюр прогибов и внутренних усилий.	
	Итого		28

5.4. *Групповые консультации по курсовым работам/курсoвым проектам (при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)*  
Курсовые работы/курсoвые проекты не предусмотрены.

5.5. *Самостоятельная работа*  
*4 семестр*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Определение перемещений в статически определимых стержневых системах.	Метод непосредственного интегрирования. Выполнение РГР 3 и подготовка к ее защите.	4
2	Расчет балок на упругом основании.	Бесконечно длинные балки.	4
3	Сложное сопротивление стержней. Теории прочности.	Расчеты на изгиб с растяжением и сжатием. Теория прочности Мора.	4
4	Продольный и продольно-поперечный изгиб стержня.	Определение критических сил с помощью метода начальных параметров.	4
5	Расчет тонкостенных стержней открытого профиля.	Определение углов закручивания и внутренних усилий в сечениях стержня.	6
6	Действие динамических и периодических нагрузок	Основы расчета на прочность при напряжениях, периодически меняющихся во времени.	4
7	Понятия о пространственном и плоском напряженном и деформированном состояниях в точке тела.	Решение задачи теории упругости в перемещениях (уравнения Ляме) и напряжениях (уравнения Бельтрами- Митчелла).	6
8	Плоская задача в декартовой и полярной системах координат.	Расчет толстостенного цилиндра на действие равномерного внешнего и внутреннего давлений (задача Ляме).	6
9	Изгиб тонких прямоугольных и круглых пластин.	Частный случай изгиба пластин: чистый изгиб прямоугольных пластин.	6
	Итого		44

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

Изучение дисциплины «Сопротивление материалов» сопровождается чтением лекций, проведением практических и лабораторных занятий, выполнением домашних





по ФГОС									
ОПК-2	+	+	+	+	+	+			
ПК-1	+	+	+	+	+	+			
ПК-2							+	+	+
ПК-4								+	+

\*

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	
		Расчетно-графическая работа 1	Расчетно-графическая работа 2		
1	2	3	4	5	6
ОПК-2	31	+		+	+
	У1	+			+
	Н1	+			+
ПК-1	У2	+	+		+
ПК-2	Н3		+	+	+
ПК-4	34		+	+	+
	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)
31	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в изложении методов определения внутренних усилий в стержнях при действии статических и динамических нагрузок.	Обучающийся имеет знания только основного материала по определению перемещений в балках и рамах, внутренних усилий и напряжений при сложном сопротивлении стержней, но не усвоил его деталей, допускает.	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, излагает гипотезы, сопротивления материалов, использует в ответе материал из литературы, правильно обосновывает принятое решение.

34	Обучающийся не знает значительной части материала по основам теории упругости.	Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки гипотез, основных положений, соотношений теории упругости	Обучающийся достаточно хорошо усвоил материал по основам теории упругости.	Четко и логически стройно излагает гипотезы, основные положения и соотношения теории упругости.
У1	Обучающийся неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы определению перемещений в балках.	.Обучающийся испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике, в перемещений в балках.	Обучающийся довольно свободно применяет теоретические положения, формулы на практике.	Умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.
У2	Не уверенно, с большими затруднениями использует нормативные документы.	Обучающийся допускает существенные ошибки при использовании нормативных документов.	Обучающийся правильно применяет в расчетах нормативные документы.	Обучающийся правильно применяет в расчетах нормативные документы и использует в ответе дополнительный материал.
У4	Обучающийся не умеет определять напряженно-деформированное состояние в плоской задаче теории упругости, строить эпюры внутренних усилий и напряжений,	Обучающийся испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике.	Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Обучающийся использует в ответе дополнительный материал, все, предусмотренные программой, задания выполнены качественно.
НЗ	Обучающийся не может увязывать теорию с практикой, необходимые практические компетенции не сформированы.	Обучающийся испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике, допускает ошибки в оценке прочности прямоугольных и круглых тонких пластин.	Обучающийся при решении практических вопросов и задач, не допуская значительных неточностей, владеет приемами оценки прочности, жесткости прямоугольных и круглых тонких пластин.	Обучающийся анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, правильно обосновывает принятое решение.

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

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

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

Зачет не предусмотрен.

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

Для проведения текущего контроля в форме тестирования на кафедре сопротивления материалов имеется компьютерный класс и большое количество тестов по проверке знаний студентов. Тест по каждой расчетно-графической работе содержит пять вопросов (два теоретических вопроса и три достаточно простые задачи). Для защиты работы студент должен правильно ответить на три вопроса. Студенту предоставляется возможность проходить тестирование три раза по каждой работе.

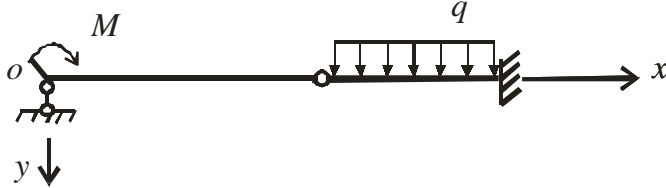
*Примерные задания при защите РГР 1.*

**Величины, определяющие изогнутую ось балки, это...**

1. Изгибающий момент  $M_z$  и поперечная сила  $Q_y$ .
2. Жесткость балки при изгибе  $EJ_z$ .
3. Нормальные и касательные напряжения.
4. Прогобы  $v$  и углы поворота сечений  $\varphi$ .
5. Изгибающий момент  $M_z$  и жесткость балки при изгибе  $EJ_z$ .

Правильный ответ: 4).

**Неизвестными величинами в выражении прогиба по методу начальных параметров для балки с промежуточным шарниром являются...**



1.  $\Delta\varphi, M_0$
2.  $\Delta\varphi, Q_0$
3.  $\varphi_0, v_0$
4.  $Q_0, M_0$
5.  $\varphi_0, \Delta\varphi$

Правильный ответ: 5)

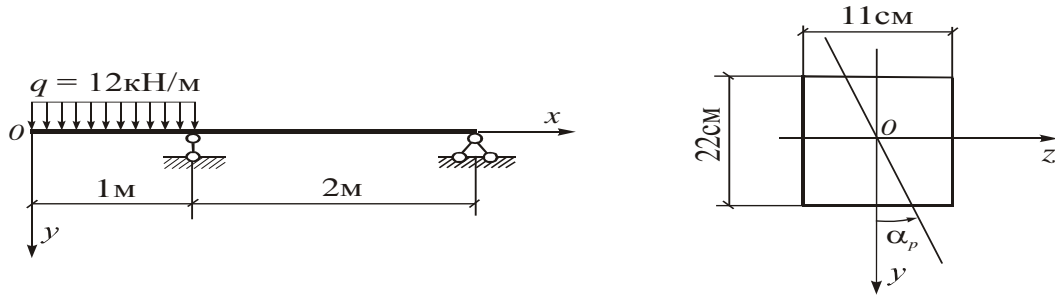
*Примерные задания для защиты РГР 2.*

**Внецентренным растяжением и сжатием называется:**

1. Случай деформирования стержня от совместного действия поперечной и продольной нагрузок.
2. Случай, когда действующие на стержень нагрузки можно разложить на осевые, поперечные и скручивающие составляющие.
3. Случай деформирования стержня при действии продольной нагрузки, равнодействующая которой направлена вдоль оси стержня.
4. Случай, когда действующие на стержень нагрузки не перпендикулярны оси стержня.
5. Случай, когда нагрузки на стержень действуют вдоль прямой, параллельной его оси.

Правильный ответ: 5)

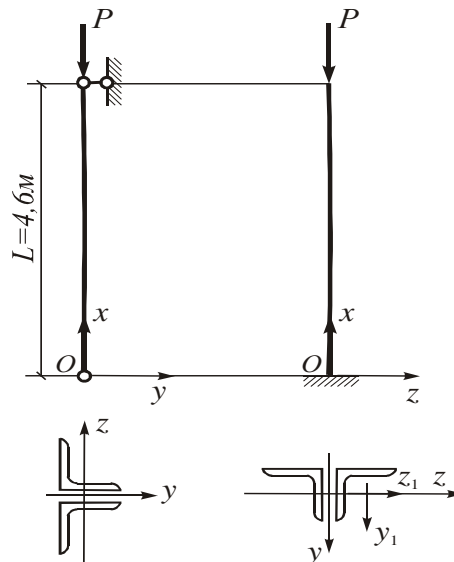
Для деревянной балки прямоугольного сечения, находящейся в условиях плоского косоугольного изгиба (см. рис.), определить значение наибольшего напряжения  $\sigma_{нб}$  в опасном сечении.  $\alpha_p = 40^\circ$



1.  $\sigma_{нб} = 11,8$  МПа    2.  $\sigma_{нб} = 14,3$  МПа    3.  $\sigma_{нб} = 11,0$  МПа    4.  $\sigma_{нб} = 13,9$  МПа  
5.  $\sigma_{нб} = 13,3$  МПа

Правильный ответ: 4).

Стальной стержень сечением L125×10 (см. рис.) имеет различные условия закрепления в главных плоскостях инерции  $Oxy$  и  $Oxz$ . Модуль упругости материала стержня  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа. L125×10  $F_1 = 24,3 \text{ см}^2$ ;  $J_{z_1} = J_{y_1} = 360 \text{ см}^4$ .



Величина критических напряжений  $\sigma_{кр}$  в плоскости  $Oxy$  равна:

1. 124,5 МПа;    2. 145,1 МПа;    3. 173,8 МПа;    4. 85,3 МПа;    5. 64,3 МПа.

Правильный ответ: 2).

### 7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в ФГБОУ ВО НИУ МГСУ.

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены

Промежуточная аттестация проводится в 4-м семестре в виде экзамена.

Экзамен – это проверка знаний, полученных в результате посещения лекций, практических занятий, а также выполнения запланированных в рабочей программе расчетно-графических работ с их последующей успешной защитой. К экзамену допускаются студенты, имеющие положительные результаты по всем запланированным контрольным мероприятиям.

Вопросы к экзамену.

1. Изогнутая ось балки. Прогибы и углы поворота поперечных сечений.
2. Дифференциальные уравнения изогнутой оси балки второго и четвертого порядка.

3. Метод. начальных параметров.
4. Постановка граничных условий.
5. Формула Мора для определения перемещений в балках при изгибе. Правило А.К.Верещагина.
6. Понятие о расчёте конструкций на упругом основании. Модель Винклера.
7. Коэффициент жёсткости основания (коэффициент постели) и способ его определения.
8. Дифференциальное уравнение изгиба балки на основании Винклера и его решение.
9. Метод начальных параметров. Функции А.Н.Крылова.
10. Расчёт длинных балок на упругом основании.
11. Расчет коротких балок на упругом основании.
12. Понятие о сложном сопротивлении стержня. Нормальные напряжения в поперечном сечении.
13. Внецентренное растяжение-сжатие стержня. Нормальные напряжения в поперечном сечении. Определение положения нулевой линии. Определение ядра сечения.
14. Плоский кривой изгиб. Нормальные напряжения в поперечном сечении. Определение положения нулевой линии. Перемещения при кривой изгибе.
15. Пространственный кривой изгиб. Нормальные напряжения в поперечном сечении. Определение положения нулевой линии.
16. Растяжение и сжатие с изгибом. Нормальные напряжения в поперечном сечении. Определение положения нулевой линии.
17. Теории прочности. Расчетные формулы по третьей и четвертой теориям прочности для стержней.
18. Изгиб с кручением. Подбор сечения стержня с использованием теорий прочности.
19. Понятие об устойчивости сжатых гибких стержней. Дифференциальное уравнение продольного изгиба и его общее решение.
20. Формула Эйлера для определения критических сил.
21. Гибкость стержня и его приведенная длина. Частные случаи.
22. Предел применимости формулы Эйлера. Определение критических сил за пределом пропорциональности материала.
23. Условие устойчивости. Коэффициент продольного изгиба.
24. Подбор сечений сжатых гибких стержней.
25. Продольно-поперечный изгиб гибких стержней. Дифференциальное уравнение продольно-поперечного изгиба.
26. Приближенное решение задачи продольно-поперечного изгиба.
27. Условие прочности при продольно-поперечном изгибе.
28. Напряженное состояние в окрестности произвольной точки тела. Обозначение компонентов напряжений в декартовой системе координат.
29. Уравнения равновесия. Напряжения на наклонной площадке.
30. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты тензора напряжений.
31. Деформированное состояние в окрестности точки тела. Соотношения Коши.
32. Обобщенный закон Гука.
33. Уравнения неразрывности деформаций и их физический смысл.
34. Постановка пространственной задачи теории упругости в перемещениях. Уравнения Ляме.
35. Постановка пространственной задачи теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчелла.

36. Граничные условия на поверхности тела. Интегральные граничные условия.
37. Удельная потенциальная энергия деформации и энергия изменения объема и формы.
38. Изгиб прямоугольных пластин. Гипотезы технической теории изгиба тонких пластин.
39. Внутренние усилия в пластинах при изгибе. Дифференциальные зависимости.
40. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности Софи-Жермен.
41. Граничные условия на сторонах (краях) пластины. Особенности постановки граничных условий на свободных от закреплений краях пластины.
42. Наибольшие напряжения в пластине и условие прочности по энергетической теории.
43. Цилиндрический изгиб пластины.
44. Общие уравнения изгиба круглых сплошных и кольцевых пластин в полярной системе координат.
45. Осесимметричный изгиб пластин. Общее решение дифференциального уравнения изгиба. Формулы для внутренних усилий.
46. Частные случаи осесимметричного изгиба круглых сплошных и кольцевых пластин. Постановка граничных условий.
47. Расчет тонкостенных стержней открытого профиля. Секториальные геометрические характеристики сечения.
48. Расчет тонкостенных стержней открытого профиля. Определение внутренних усилий, секториальных нормальных и касательных напряжений.
49. Расчет тонкостенных стержней открытого профиля. Определение углов закручивания и внутренних усилий.
50. Динамическое действие нагрузок. Напряжение в стержне при его движении с ускорением.
51. Динамическое действие нагрузок. Определение динамических коэффициентов при продольном и поперечном ударе.
52. Основы расчета на прочность при напряжениях, периодически меняющихся во времени.

Примерные практические задания на экзамене.

**Назовите все известные Вам виды деформаций.**

1. Линейные, угловые, объемные.
2. Линейные, криволинейные
3. Линейные, угловые.
4. Одноосные, двухосные, трехосные.
5. Линейные, пластические.

Правильный ответ: 1).

**Выберите правильные утверждения, соответствующие случаю плоской деформации:**

1.  $\sigma_z \neq 0$ ; 2.  $\gamma_{zy} \neq 0$ ; 3.  $\gamma_{zx} = 0$ ; 4.  $\varepsilon_z = 0$ ; 5.  $\gamma_{zx} \neq 0$

Правильные ответы: 1), 3), 4).

**Выбрать все правильные соотношения, касающиеся задачи о полярно-симметричном распределении напряжений:**

1.  $\nabla^2 = \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{d}{dr}$ ; 2.  $\sigma_\theta = \frac{d^2 \varphi}{dr^2}$ ; 3.  $\tau_{r\theta} = -\frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} \right)$ ; 4.  $\sigma_r = \frac{1}{r^2} \cdot \frac{d^2 \varphi}{d\theta^2}$ ;
5.  $\varepsilon_r = \frac{u}{r}$

Правильные ответы: 1), 2).

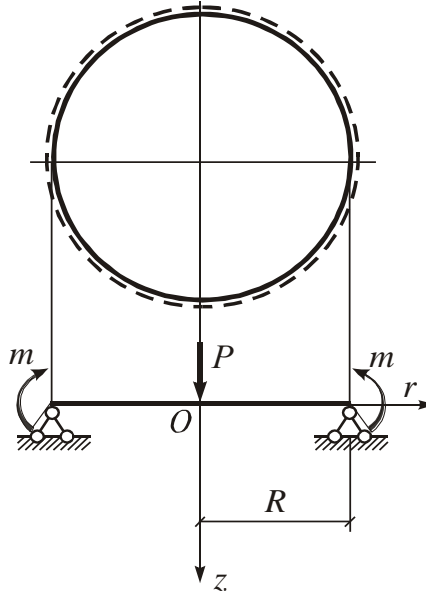
**Внутренние усилия, возникающие в сечениях пластины при изгибе, выражаются через следующие напряжения...**

$$1. M_x = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x z dz; \quad 2. M_y = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_y z dz$$

$$3. H = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{xy} dz; \quad 4. M_x = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_y z dz; \quad 5. M_y = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x z dz$$

Правильные ответы: 1), 2)

**Граничные условия при осесимметричном изгибе круглой пластины являются следующими:**



$$1. \text{ при } r = 0 M_r = 0; \quad 2. \text{ при } r = 0 Q_r = P;$$

$$3. \text{ при } r = R w = 0; \quad 4. \text{ при } r = R M_r = m; \quad 5. \text{ при } r = R Q_r = \frac{P}{2}$$

Правильные ответы: 3), 4).

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 ФГБОУ ВО НИУ МГСУ.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные 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 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.

Результаты выполнения аттестационных испытаний должны быть объявлены обучающимся и выставлены в зачетные книжки не позднее следующего рабочего дня после их 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	Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Инфра-М, 2013. -637 с.	205	100
2		Атаров Н.М. Сопротивление материалов в примерах и задачах, М.:Инфра-М, 2011.- 406 с	100	100
3		Коргин А. В. Сопротивление материалов с примерами решения задач в системе Microsoft Excel : учеб. пособие для вузов. - М.: Инфра-М, 2011. - 388 с.	150	100
<i>Дополнительная литература:</i>				
НТБ НИУ МГСУ				
4	Сопротивление материалов	Атаров Н.М., Варданян Г.С., Горшков А.А., Леонтьев А.Н. Сопротивление материалов. Учебное пособие, Ч. 2. - 2013. - 97 с.	180	100
5		Атаров Н.М., Варданян Г.С., Горшков А.А., Леонтьев А.Н. Сопротивление материалов. Учебное пособие. Ч.3.-М.,МГСУ, 2010.-73с.	113	100
6		Копнов В.А. Сопротивление материалов. Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ : учеб. пособие для вузов / - М. : Высш.шк., 2009. - 351 с.	100	100

7	Ильяшенко А.В., Астахова А. Я. Центральное растяжение и сжатие стержней в тестах- Москва :МГСУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. -	25	100
8	Ильяшенко А.В., Астахова А. Я. Внутренние усилия и напряжения при прямом изгибе стержней в тестах: учебное пособие / - Москва : МГСУ, 2014.- 82 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 81	25	100
9	Ильяшенко А.В., Астахова А.Я. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней в тестах: учебное пособие / - Москва : МГСУ, 2014. - 68 с. : ил. - Библиогр.: с. 68	25	100

**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	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	<a href="http://www.vestnikmgsu.ru/">http://www.vestnikmgsu.ru/</a>
Научно-техническая библиотека МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>
раздел «Кафедры» на официальном сайте МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</a>

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

Организация деятельности учащегося.

1. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.
2. Ознакомление с терминами, понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.
3. Определение вопросов, терминов, материала, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
4. Последовательность выполнения расчетно-графических работ.  
 Расчетно-графические работы выдаются преподавателями, проводящими практические и лабораторные занятия в группах, индивидуально каждому студенту. Варианты работ могут быть получены студентами через сайт кафедры при распечатке титульного листа каждой работы.

- Прорабатывается учебный материал по теме расчетно-графической работы по конспекту лекций и практических занятий, а также по учебнику, учебному пособию и методическим указаниям.
  - Решаются задачи, входящие в расчетно-графическую работу.
  - Проводятся консультации с преподавателем, ведущим практические занятия в группе. Консультации проводятся во внеаудиторное время в соответствии с имеющимся на кафедре графиком.
  - Исправляются ошибки (если они имеются), указанные преподавателем во время консультаций.
  - Оформляется расчетно-графическая работа, в виде пояснительной записки, содержащей расчетный и графический материал. Работа аккуратно выполняется от руки или в виде компьютерного набора на листах формата А-4, с титульным листом.
  - Преподаватель подписывает выполненную работу с указанием даты, после чего обучающийся защищает расчетно-графическую работу.
5. Просмотр рекомендуемой литературы. Подготовка к лабораторным работам по методическим указаниям: Копнов В.А. Сопротивление материалов. Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ : учеб. пособие для вузов / - М. : Высш.шк., 2009. - 351 с. (НТБ МГСУ).

**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	Определение перемещений статически определимых системах.	РГР 1. Определение перемещений в балках и рамах при изгибе.	Сайт кафедры: <a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</a>	100
2	Теории прочности. Сложное сопротивление стержня.	РГР 2. Сложное сопротивление, устойчивость и продольно-поперечный изгиб стержней.	Сайт кафедры: <a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</a>	100
3	Продольный и поперечный изгиб стержня.			

*11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Определение перемещений в статически определимых		Microsoft Windows	DreamSpark subscription

	системах.	Защита РГР 1,2	Microsoft Office	Open License
2	Теории прочности. Сложное сопротивление стержня.			
3	Продольный и продольно-поперечный изгиб стержня.			

### 11.3. Перечень информационных справочных систем

#### Информационно-библиотечные системы

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

## 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	2	3	4
1	Лекции.	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практические занятия.	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
3	Лабораторные занятия.	Диагностическая машина М500-100С Компьютер "PENTIUM-4" ПАК Лабораторный практикум по сопромату 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 программой высшего образования по направлению 08.03.01 «Строительство».